المكتبة الثقافية
٥١

الفلك والحياة

الدكتور عبد الحميد سماحة
الدكتور عدلى سلامة

وزارة
الثقافة والإرشاد القومى
الإدارة العامة للثقافة

١٥ ديسمبر ١٩٦١

المكتبة الثقافية

- أول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكيه الثقافة .
- تيسر لكل قارىء ان يقيم فى بيته مكتبة جامعة تحوى جميع ألوان المعرفة باقلام أساتذة متخصصين وبقرشين لكل كتاب .
- تصدر مرتين كل شهر . فى اوله وفى منتصفه

الكتاب القادم

نظرات فى أدبنا المعاصر

الدكتور زكى المحاسنى

أول يناير ١٩٦٢

دار القلم بالقاهرة

الثمن ٢ ص

المكتبة الثقافية
٥١

الفلك والحياة

الدكتور عبد الحميد سماحة
الدكتور عدلي سلامة

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
الإدارة العامة للثقافة

١٥ ديسمبر ١٩٦١

الناشر

دار القلم

١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة

ت ٥٥٠٣٢ — ٧٧٧٤١

مقدمة

لا شك أن الفلك مرتبط بالحياة ارتباطاً وثيقاً . ولا شك أيضاً فى أن غالبية الناس — فى هذا العصر الذي يمكن أن يكنى بعصر الفضاء — لايدركون تماماً مدى هذا الارتباط . وهذا ما سنحاول شرحه وبيانه في هذا الكتاب ، متوخين فيه الإيجاز ، إذ لا يتسع المقام فى هذا الكتاب ، لشرح أى ناحية من نواحى هذا الارتباط تفصيلا ، وسيجد القارىء أن هذا الارتباط نشأ منذ أقدم العصور ، كما تدل على ذلك آثار العصر الحجرى ومخلفات المصريين القدماء ، وما زالت حاجة الناس ماسة إلى كثير من الحقائق الفلكية ، التى كشفت خلال القرون الماضية ، واستخدام الأرصاد الفلكية في كثير من شئونهم المدنية ، كرسم الخرائط وضبط الوقت والملاحة بأنواعها المختلفة ، وغير ذلك .

ومع ذلك فلم تكن حاجة الناس إلى استخدام هذه الحقائق هى التى حفزت الإنسان إلي كشفها على مر الدهور الطويلة ، بل إن الحافز الحقيقى لكشفها وكشف غيرها من الحقائق العلمية هو الفضول الغريزى فى الإنسان ، وهو الذى يميزه

عن غيره من المخلوقات التي استعمرت هذا الكوكب .

وسيظل هذا الفضول الغريزى ، حافزا على الكشوف بأنواعها المختلفة ما بقى على الأرض إنسان .

ويحضرنا فى هذا الصدد ما قاله العالم الخالد الذكر نيوتن ، الذى كشف كثيرا من قوانين الرياضة والطبيعة قبيل وفاته : « لا أدرى ماذا سيقول الناس عنى ؟ أما رأيي عن نفسى فلم أكن إلا أشبه بطفل يلهو على شاطىء البحر ، يفرح بالأصداف التي تقذفها الأمواج ، بينما البحر فى جوفه اللآلىء » .

لقد كشف الإنسان الكثير عن خصائص هذا الكون الذى يعيش فيه ، وسيظل يكشف بدافع الفضول الغريزى ، كما أسلفنا ولكن لا شك فى أن الكثير عن خصائص هذا الكون سيظل كشفه فوق مقدوره .

ولو حاولنا مع ذلك تحليل عنوان هذا الكتاب إلى عنصريه ، الحياة والفلك ، وعرفنا كلا منهما على حدة ، لكشفنا توًّا مدى ارتباطهما منذ الأزل ، فالحياة عند الإنسان ليست غذاء وكساء فحسب ، بل المعرفة أيضاً التى هى غذاء عقله وروحه ، والفلك ليس سوى فرع من فروع هذه المعرفة ، التى ازدحمت كنوزها على مر الزمان ، ولاشك أن الإنسان منذ أن استعمر هذا

الكوكب نظر إلى السماء ، فراعه جمالها ، وما يلمع على اديمها من النجوم ، وأدرك بالملاحظة ظواهرها شروقاً وغروباً ، وكسوفاً وخسوفاً . وقبل أن يكفل له المجتمع الأمن والعدالة استلهم من بعض الأجرام السماوية القوة والعزاء ، واتخذ منها آلهة يعبدها قبل أن ينضج إدراكه إلي معرفة خالقه جل شانه .

من أجل هذا نجد أن الفلك من أقدم فروع المعرفة إطلاقا ، وربما كان هو أصلها قبل أن تتفرع إلى فروع ، وارتباطه وثيق بمراحل التطور الفكرى للإنسان وحضارته ، ولطالما داعب الأمل أذهان الكثيرين من الأدباء والعلماء فى إمكان الوصول إلي القمر أو بعض أخوات الأرض من السيارات ، غير ان هذا الأمل لم يتجاوز نطاق الأحلام الجميلة ، لما يكتنف تحقيقه من صعوبات لاحصر لها . ولكن بعد أن أطلق الروس قمرهم فى خريف عام ١٩٥٧ ، الذى يحتوى على أجهزة علمية ، لكشف بعد خصائص الغلاف الهوائى وتغيرها ، قويت الآمال فى تحقيق هذا الحلم الجميل . فإذا تحقق هذا الحلم يوما ، فلن تكون أهم نتائجه مجرد وصول الإنسان إلى القمر أو إلي إحدى السيارات ، بل فى مدي تطور الصناعات المختلفة ، ووسائل الانتقال ، وغير ذلك مما

لايمكن التكهن به من الآن ، فقد استلزم إطلاق هذه الأقمار الصغيرة وخروجها من قبضة جاذبية الأرض دراسات وبحوثا في شتى فروع العلم والهندسة ، لتصميم المركبات التي تحملها إلي الفضاء بسرعة معينة (٢ر١١ ميل فى الثانية.) . يلزم لتكوين هذه السرعة احتراق كميات كبيرة من الوقود السائل أو الصلب ، وعلى ارتفاعات معينة يتغير اتجاهها حتى تصبح عند مدى معين ، موازية لسطح الأرض ، فتأخذ مساراً مقفلا حولها ، وقد استلزم تصميم هذه المركبات تعبئة جهود العلماء ، وتوفير المال والإمكانيات لهم ، ولاشك أن استنباط الوقود اللازم ، وتصميم هياكل المركبات ، وعمليات التوجيه ليست من الأمور الهينة ، ولا بد أن هؤلاء العلماء قد اكتشفوا خلال دراساتهم وبحوثهم في هذا المجال كشوفا أخرى كثيرة ، فإذا تذكرنا ما كان لكشوف البخار والكهرباء وغيرها من آثار فى تطوير حياتنا ، أدركنا ماسوف يكون لهذه الكشوف من الأثر فى تطوير الحياة علي سطح الأرض ، وتوفير الرفاهية والرخاء لشعوبها .

الأرض



الأرض كرة كبيرة يبلغ قطرها ٧٩٢٠ ميلا ، ومحيطها ٢٤٨٨٠ ميلا ، إلا أنها ليست كاملة الاستدارة ، إذ ينقص قطرها الواصل بين قطبيها عن قطرها الاستوائي بمقدار ٢٨ ميلا .

واستدل القدماء على كروية الأرض من رؤية قلاع المراكب المقتربة من الشاطئ قبل جسمها ، كما تمكن « ماجلان » البرتغالى المولد فى عام ١٥٢٠م أن يطوف حول الأرض بمركب شراعية ، وبالرغم من أنه قتل فى إحدى الجزر إلا أن القافلة التي استصحبها فى رحلته قد عادت إلى المكان الذى بدأت منه . وبذا دلت بما لا يقبل الشك على كروية الأرض . وقد تمكن الإغريق من مشاهدة خسوف للقمر ، وتبين لهم أن حد ظل الأرض على القمر مقـــوس ، ولا ينتج ذلك إلا إذا كانت الأرض كروية .

ومن البراهين الفلكية على كروية الأرض ، رؤية النجم القطبي بارتفاعات تختلف باختلاف موقع الراصد ، فعند خط الاستواء يرى النجم القطبي على الأفق ، ويزداد ارتفاعه كلما اتجهنا شمالا إلى ان يرى عند سمت الرأس ، عند قطب الأرض الشمالى ، أما إذا كانت الأرض مستوية لَرُئِى النجم القطبي على ارتفاع ثابت من جميع بقاع الأرض .

وتدور الأرض حول نفسها مرة في اليوم ، وفى الوقت نفسه تسبح فى الفضاء حول الشمس بسرعة كبيرة ، تقدر بثمانية عشر ميلا ونصف ميل فى الثانية ، وتتم دورة كاملة فى زمن قدره سنة . ويبلغ متوسط بعد الأرض عن الشمس ٩٣ مليونا من الأميال .

ومع اننا لا نشعر بهاتين الحركتين شعوراً مباشراً ، إلا أننا نستطيع دائما تحقيقهما وقياسهما بما ينشا من حركات ظاهرية للأجسام ، كالنجوم والشمس نتيجة لحركة الأرض . ومثلنا فى ذلك مثل المسافر فى القطار ، لا يكاد يحس حركته المكتسبة من وجوده فى القطار المتحرك إلا بملاحظة حركة الأشجار ، وأعمدة التلغراف ، والقرى تجرى أمام

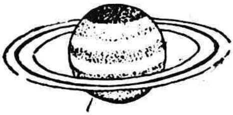
ناظريه متلاحقة بسرعة تساوى سرعة القطار ، ولكنها فى الاتجاه المضاد لاتجاه سيره .

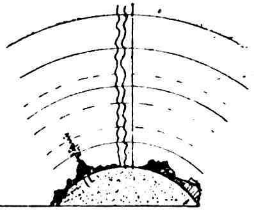
أما باطن الأرض فليست لدينا الأدلة المباشرة على ماهيته ، والمناجم التى حفرت لا تعدو أن تكون خدوشا صغيرة في القشرة الأرضية ، وقد بينت أن درجة الحرارة تزيد إلى الداخل بمعدل درجة مئوية لكل مائة متر تقريبا ، ولاشك أن باطن الأرض ساخن ، كما تدل عليه البراكين والينابيع الساخنة .

وتسجيل الزلازل والهزات الأرضية التي تقع بين آن وآخر فى مرصد حلوان ومراصد العالم الأخرى ، يكفل لنا الوسيلة للتوسع فى دراسة باطن الأرض ، ومعرفة ماهيته . وقد دلت الدراسات الطويلة للتسجيلات العديدة للزلازل ، على أن باطن الأرض يتكون من كرة ملتهبة مركزية ، يبلغ طول قطرها أربعة آلاف ميل تقريبا ، وكثافتها تعادل كثافة الحديد ، وأغلب الظن أنها تتكون من المعادن الثقيلة كالحديد والنيكل ، ويعلو هذه الكرة طبقة من الصخور الثقيلة تبلغ كثافتها أربعة أمثال كثافة الماء ، ويعلو هذه الأخيرة طبقة من الصخور الأقل

كثافة ، أهمها الجرانيت ، وتقدر كتلة الأرض بستة آلاف مليون مليون مليون طن .

ويقدر علماء الجيولوجيا تقديرات مختلفة لعمر الأرض ، ولعل التقدير الجيولوجي الذي يمكن الاعتماد عليه لعمر الأرض هو ٢٥٠ مليون سنة ، وهناك تقديرات فلكية لعمر الأرض ، أقربها إلى التقدير الجيولوجي ٥٦٠ مليون سنة .





الغلاف الهوائى

يحيط بالكرة الأرضية غلاف هوائى ، يتكون فى الطبقات السفلى من مزيج من الأكسچين والنيتروچين ، بنسبة ٢٠,٩٥٪ و ٧٨,٠٧٪ من حيث الحجم على التوالى ، ويمتزج مع هذين الغازين عدة غازات أخرى ، بنسبة ضئيلة لا تتجاوز ١ ٪ من حيث الحجم أهمها الأرجون وثانى أكسيد الكربون والإيدروچين والهليوم . وقد تمكن العالم الشهير « بيكار » من الحصول على عينة من الهواء على ارتفاع ١٦ كيلو متراً ، وبتحليله لم يكتشف فرقا يذكر بينه وبين الهواء القريب من سطح الأرض .

والأكسچين هو العنصر الفعال فى الجو ، فمنه يكتسب الإنسان قدرته على العمل ، أما النيتروچين فملطف ، ومن المعروف أن الإنسان والحيوان يستنشقان الأكسچين ، ويفرزان ثاني أكسيد الكربون الذي يمتصه النبات ويفرز

الأكسچين بدلا منه. ويبدو أن الإنسان قد أسرف فى إحراق الوقود ، مما ترتب عليه الآن إضافة ملايين عدة من الأطنان من ثانى أكسيد الكربون ، الذى يؤثر فى إشعاع الجو ، وقد قدرت الزيادة فى متوسط درجة حرارة الجو بسبب ذلك بنحو ٠٫٠٠٥ من الدرجة المئوية فى العام ، خلال الخمسين سنة الأخيرة ، نتيجة التوليد الصناعى لهذا الغاز .

وفي الجو عنصر هام آخر ، هو بخار الماء الذى تختلف كميته باختلاف الزمان والمكان ، وهو عامل اساسى فى بقاء الحياة ، فمنه تتكون السحب والأمطار ، كما أنه يلعب دوراً هاما في تكوين الميزان الحرارى ، إذ ينعكس عليه جزء كبير من الإشعاع الشمسى بوساطة السحب ، كما ان قابلية بخار الماء لامتصاص الإشعاع طويل الموجة ، الذى تشعه الأرض ، يحول دون هروبه فى الفضاء .

وقد اكتشف الصوديوم فى الغلاف الهوائى على هيئة بخار ، يرجح أن يكون مصدره الشمس ، ومع أن هذا العنصر يوجد بكمية ضئيلة ، إلا أنه يلعب دوراً أساسياً فى تكوين الضوء الهوائي .

ويحتوى الهواء أيضا على الأزون ، وهو من مركبات

الأكسجين الناتجة من التفاعل الكيميائى الضوئي بين أكسجين الجو والأشعة فوق البنفسجية ، التى تنبعث من الشمس ، وينتج عن هذا التفاعل ارتفاع درجة حرارة الطبقة التى يوجد فيها الأزون بوفرة ، والتى تقع على ارتفاع بين ٣٠ و ٤٥ كيلو متراً من سطح الأرض ، والأزون الموجود قريباً من السطح قليل ، ويختلف باختلاف الفصول ، فيزداد عند الانخفاضات الجوية ، وينقص مع الارتفاعات ، ويكثر انتشاره في مصر فى الربيع ، ويقل فى الخريف ، ولو جمع كل الأزون الموجود فى الجو فإن سمكه لا يتجاوز ٣ ملليمترات تحت الضغط القياسي،وهذهالكمية على صغرها تعتبر درعاً واقيا للحياة على سطح الأرض ، لأنها تمتص أشعة الشمس فوق البنفسجية المميتة .

والأزون فى حد ذاته مطهر قوى وفعال ، بحيث انه عند ضغط يعادل الضغط الجوى على سطح البحار ، فإن كمية منه مركزة لدرجة جزء من مليون تكفى للقضاء على الحياة ، ولو وجد الأزون الموجود بين ارتفاعى ٣٠ و ٤٥ كيلو عند الضغط العادى ، فإن من يستنشقه يموت علي الفور .

وأهم خصائص الهواء بوجه عام رداءة توصيله للحرارة التي تقدر بنحو جزء من عشرين ألف جزء ، من درجة

توصيل معدن كالنحاس، والهواء يشغل الحيز الذى يتاح له. فإذا سمح له بالانتشار هبطت درجة حرارته ، وإذا ضغط ارتفعت درجة حرارته . والهواء كالماء يتحرك من ضغط أعلى إلى ضغط منخفض ، فمجرد حدوث تغير فى الضغط فى منطقة ما بسبب اختلاف درجة التسخين من أسفل ، يتحرك الهواء من الجهة ذات الضغط العالى إلى الجهة ذات الضغط المنخفض ، لإعادة التوازن ، وهكذا نرى أن تغير الضغط عامل مهم ، إذ عليه يتوقف شدة الرياح واتجاهها. ونسيم البر والبحر مثال على هذا .. ففى الصيف نجد الهواء فوق اليابسة ، يسخن أسرع من الهواء الملاصق لسطح الماء ، فيقل ضغطه فوق اليابسة عنه فوق الماء ، وينشأ من ذلك هبوب رياح باردة من البحر نحو البر ، وتنعكس الآية ليلا فتهب ريح باردة من اليابسة نحو البحر .

وعلى ارتفاع ٨٠ كيلو متراً من سطح الأرض ، نجد مناطق من الجو توجد فيها الالكترونات والإيونات بمقدار محسوس يكفى للتأثير على انتشار أمواج الراديو نفاذاً أو انعكاسا ، وسنتكلم عنها بتفصيل أكثر فيما بعد .

وعلى ارتفاع ١٠٠ كيلو متر ، حيث يبلغ الضغط جزءاً من مليون جزء مثيله عند سطح الأرض ، تتكون قاعدة

لمناطق كثيرة هامة . وقد دلت التجارب على أن التكوين الكيميائى للهواء عند هذه المنطقة يظل كما هو عند سطح الأرض ، وبعدها بقليل يحدث تغير هام فى التكوين الطبيعى للأكسجين ، إذ نجد أن معظمه في حالة ذرية ، ويترتب على وجوده امتصاص كبير للإشعاع الشمسى ، فتزيد درجة حرارة الهواء اضطراداً ، كما ينشأ عنه الإشعاع الضوئى للهواء ليلا .

وفيما بين ١٠٠ ، ١٢٠ كيلو نجد طبقة من الهواء متأينة لها أهميه فنية ، خاصة فى الاتصالات اللاسلكية ، وسوف نذكر ذلك تفصيلا عند الحديث عن الانفجارات الشمسية ، وعند هذا الارتفاع تتكون ظاهرة الإشعاع الهوائي للضوء الانبعاثى ، الذى يتكون أساساً من الطيف الانبعاثى للخطين الأخضر والأحمر للأكسجين الذرى ، والانبعاثات الحزميـة من النيتروجين الجزئى ، ويلاحظ أن الضوء الهوائى يحدث طول السنة ، ولا يختلف إلا قليلا باختلاف خط العرض . وهناك ظاهرة الشفق القطبي ، وهى أشد فى قوتها من ضوء الهواء ليلا ، والتي ترى فى خطوط العرض القطبية ، ويحتوى الضوء الشفقى على موجات انبعاثية شديدة من خطوط الأكسجين الخضراء

والحمراء ، كما هو الحال فى ضوء الهواء ، إلا أن الانبعاث الحزمى الشديد ينشأ فى النيتروچين المتأين ، وترى هذه الظاهرة كثيرا فى المناطق القطبية ، حيث ينشــأ الانبعاث على ارتفاع ١٠٠ كيلو متر ، ولا ترى إلا نادراً فى خطوط العرض السفلي ، وفى هذه الأحوال تتكون الظاهرة على ارتفاع ٦٠ كيلو مترا .

وعلى ارتفاع ١٠٠٠ كيلو ايضا تتبخر ملايين الشهب التى تدخل الغلاف الهوائى يوميا ، وتذهب هباء فى الجو ، وينشأ من تبخرها تأين عالى التركيز .

وعلى ارتفاع بين ١٦٠ و ١٧٠ كيلو تتــكون طبقة متاينة من الهواء تعرف بطبقة ف١ ، وبعد هذا الارتفاع تزيد كثافة الأيونات ، وتتــكون طبقة أخرى مستمدة من «ف٢» وتتداخل الطبقتان : ف١ و ف٢ أثناء الليل ، لتــكوين طبقة واحدة ف .

ويلاحظ أنه على ارتفاع ١٦٠ كيلو يبلغ ضغط الهواء ثلاثة أجزاء من ألف مليون جزء مثيله عند سطح الأرض ، بينما تبلغ درجة الحرارة نحو ٧٥٠ درجة مطلقة ، وتزيد درجة الحرارة اضطرادا مع الارتفاع .

وقد استنبطت معلوماتنا عن المناطق العليا فى الجو من أرصاد مباشرة وغير مباشرة ، ومن بحوث نظرية مختلفة ، ولم يدخر

العلماء جهداً فى سبيل أخذ أرصاد مباشرة .

فوصل بيكار وزميله عام ١٩٣٢ إلى ارتفاع ١٦½ كيلو ، ومكثا عند هذا الارتفاع يوما و بعض يوم ،وهناك رأيا لون السماء أسود حالكا أثناء النهار ، والنجوم تسطع فيها . وفى صيف ١٩٣٤ صنع « ستيفن » من سلاح طيران أمريكا بالونا حلق به إلى ١٩ كيلو ، وهناك انشق غلاف البالون ونجا من فيه بآلاتهم بوساطة المظلات الواقية ، أما أقصى ارتفاع بلغه الإنسان فهو ٣٢ كيلو ، وصل إليه ثلاثة من الضباط الروس عام ١٩٣٤ فى بالون ذى عربة مقفلة ، على أن مما يؤسف له أن العربة انفصلت ولقى هؤلاء الأبطال حتفهم ، ولكن البالون كان قد اجتاز طبقات من الجو وصلت الحرارة فيها إلى ٦٧ درجة مئوية تحت انصهار الجليد .

ومن الأجهزة التى شاع استعمالها لدراسة العناصر الجوية فى الطبقات العليا « الراديو سوند » أو البالون المذيع ، وبه يمكن قياس الضغط والحرارة والرطوبة واتجاه وسرعة الرياح وذلك إلى ارتفاع نحو عشرين كيلو مترا .

ومنذ عام ١٩٤٥ أعد الأمريكان قاعدة لإطلاق صواريخ ، تحتوى علي أجهزة خاصة ، لرصد العناصر الجوية إلي ارتفاعات

شاهقة ، وقد وصل الصاروخ الذى أطلقوه فى ١٦ ديسمبر سنة ١٩٤٨ إلى ارتفاع ١٩٠ كيلو فوق سطح الأرض .

ووصلت بعض الصواريخ التي أطلقت بعد هذا التاريخ إلى ارتفاع نحو ٢٠٠ كيلو ، وقد أيدت المعلومات التى جمعت بهذه الصواريخ كثيرا من استنتاجاتنا النظرية عن خصائص الهواء فى الطبقات العليا ، وتتلخص الوظائف الحيوية للغلاف الهوائى فيما يأتى :

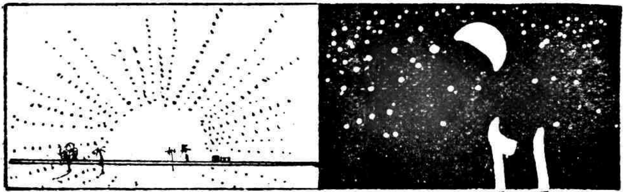
أولا : احتواؤه على الأكسجين الذى نستنشقه .

ثانيا : كونه عازلا لحرارة الشمس .

ثالثا : استخلاصه للأشعة فوق البنفسجية المميتة من الإشعاع الشمسى .

رابعا : تبخر الشهب فيه .

خامسا : انعكاس الموجات اللاسلكية فوق الطبقات المتأينة فيه ، ومن هذا ومن ذاك يعتبر الغلاف الهوائى معملا مثاليا للدراسات الطبيعية المتنوعة ، فلا غرابة إذن أن يسعى العلماء إلى استكمال معلوماتهم عنه ما وجدوا إلى ذلك سبيلا . وقد اهتم الفلكيون به ، إذ أن الأشعة التى تنبعث من الأجرام السماوية تخترق هذا الغلاف قبل أن تصل إلينا .



السماء

السماء لغةً : هى كل ما علاك فأظلك ، ومنها يقال لسقف البيت سماء . فإذا نظرنا إلى السماء نهاراً ، فلا نرى إلا الشمس تطلع ناحية الشرق صباحا ، وترتفع رويداً رويدا حتى تبلغ كبد السماء ظهراً ، ثم تنحــدر ناحية المغرب إلى أن تتوارى تحت الأفق الغربى .

وإذا تأملنا السماء ليلا وجدناها تزدان بالنجوم هنا وهناك ، وإذا دققنا النظر لوجدنا أن هذه النجوم ليست متساوية فى درجة اللمعان ، بعضها ألمع من بعض ، كما أننا إذا نظرنا ناحية الشرق مدة كافية لوجدنا نجوما تشرق من تحته باستمرار ، بينما غيرها ناحية الغرب تغيب على التوالى ، ولو اننا تتبعنا حركاتها لوجدناها وكأنها جميعاً مثبتة فوق سطح كرة كبرى ، وأن هذه الـكرة تدور فوق رؤوسنا من الشرق

إلى الغرب في اتجاه معين يمكن تعيينه ، وأن هذا الاتجاه يمر بنجم معين أو بالقرب منه ؛ ولذا نجد أن هذا النجم لا يتحرك ، وهذا النجم هو الذى عناه شاعرنا الكبير شوقى ، في أغنيته المشهورة التى غناها عبدالوهاب ، «ونجمة مالت ونجمة حلفت ما تتأخر» ، وهذا النجم هو الذى يسميه الفلكيون النجم القطبي أو القطبية .

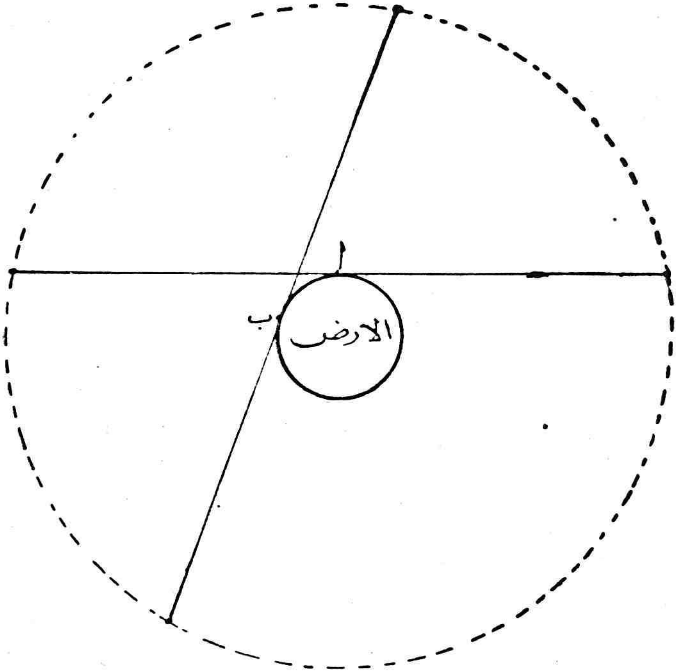
وقد يستغرب القارئ إذا قلنا له : إن هذه النجوم التى نراها ليلا ليست لا نهائية العدد كما كان يظن ، بل إن عددها محدود ، وإن أجدادنا المصريين القدماء أحصوها عداً منذ أقدم العصور ، وإنها لا تتجاوز الستة الآلاف ، ونصف هذا العدد هو الذى يراه الراصد ليلا ، أما النصف الآخر فهو الذى يكون فوق آفاق الراصدين فى نصف الكرة الآخر ، والذى يكون فوق أفق الراصد نهاراً فى ذلك الحين ، ولكنه لا يراه بسبب شدة ضوء الشمس .

فإذا راقبنا مطلع الشمس كل يوم وجدناها تتنقل بين النجوم أثناء السنة ، فقبيل الفجر نجد أن شعاعها يبزغ ، بالقرب من نجم معين ، وبعد فترة يبزغ فى اتجاه نجم آخر ، ولهذا نجد أن منظر السماء ليلا يتغير باستمرار من أى مكان عدا القطبين على مر الليالى أثناء السنة ، فالذى نراه فى مساء ليلة ١٥ يونيو

يختلف عما نراه فى مساء ١٥ يوليو وهكذا (*) ، ولو أننا قارنا ما نراه فى مساء ليلة معينة ، وفى وقت معين من الليل فى كل من الكاب والخرطوم والقاهرة وروما واستوكلهم مثلا ، لوجدنا ما يرى فى أي واحدة منها ، يختلف اختلافا قليلا أو كثيراً عما يرى فى الأخرى .

من هذا استنتجنا أن منظر السماء يختلف باختلاف مكان الراصد من سطح الأرض وزمانه ، وليست هذه النتيجة صعبة التصور إذا تذكرنا أن الأرض التي نعيش عليها كروية الشكل ، وأن الكون وما فيه من أجرام يحيط بها من كل صوب ، وأن هذا الكون لاحد لسعته ، ولذا نستطيع أن نفترض ان هذه الأجرام تقع جميعها على بسيط كرة كبيرة ، قطرها لا نهاية له ، وأن أرضنا عند مركز هذه الكرة ، التي يسميها الفلكيون الكرة السماوية . ومن السهل بعد هذا أن نرى لماذا كان منظر السماء من مكان ما مثل ا (شكل ١) وهو ما يعلو المماس للأرض عند نقطة «ا» يختلف عنه فى « ب » ؟ بقى بعد ذلك أن نجد تفسيراً لشروق الشمس والنجوم فى المشارق ، وغروبها فى المغارب .

(*) توجد أطالس فلكية لمنظر السماء في أى وقت من الليل أثناء السنة .



(شكل ١)

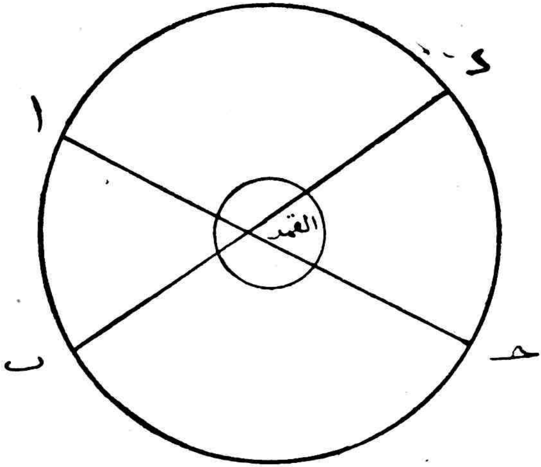
إن هذه الظاهرة لا يمكن تفسيرها إلا باحد امرين ، إما أن تكون الكرة السماوية تتحرك فوق رؤوسنا من الشرق إلى الغرب ، أو تكون ارضنا وحدها هى التي تتحرك من الغرب إلى الشرق ، . فإذا كان الأمر الأول فإن حركة

الكرة السماوية وما عليها من نجوم تكون حركة حقيقية ، وإذا كان الأمر الثانى فإن حركة النجوم هذه تكون حركة نسبية ، أشبه بحركة الأشياء ، كما تبدو للمسافر فى القطار كما ذكرنا سابقا . ومن الغريب أن نرى انه بينما ثبت لدي العلماء أن الأرض كرة منذ أقدم العصور ، وتمكن أحد علماء مدرسة الأسكندرية القديمة من قياس قطرها ، فإن دوران الأرض حول نفسها ، الذى ينشأ عنه هذه الحركة الظاهرية للكرة السماوية وما عليها ، لم يثبت بالتجربة إلا فى منتصف القرن التاسع عشر ، فقد علق « فوكو » بندولا طويلا من برج البانتيون بباريس ، وثبت فى آخره ثقلا له سن مدببة وحركه فى مستوى معين ، واضعا تحته طبقة من الرمل ، فلاحظ بعد وقت تغير اتجاه المستوى الذي يتحرك فيه البندول بما يحدثه السن المدبب من أثر على الرمل . من هذه التجربة أثبت « فوكو » دوران الأرض حول نفسها ، وقاس مدة هذه الدورة ، ووجدها تتفق تماما مع مدة دورة الأجرام السماوية فوق رؤوسنا ، مما يدل على أن حركة الكرة السماوية حركة ظاهرية وليست حقيقية . فضلا عن هذا فإنه من غير المستساغ أن نفترض أن هذه النجوم على تفاوت أبعادها تتحرك حركة واحدة ، وأن افتراض حركة

جسم واحد يعطى حركة ظاهرية لأجسام متباعدة أرجح احتمالا ، وهذا ماأخذ به كثير من العلماء قبل أن يثبت «فوكو» بتجربته دوران الأرض .

أما تغير ما يرى على أديم السماء من نجوم ، بين شهر وآخر فناشىء عن حركة الشمس نفسها بين النجوم أثناء السنة التى جاء ذكرها آنفا ، والتى يمكن التحقق منها فى كل وقت ، وهنا أيضاً نجد حركة الشمس هذه ليست حركة حقيقية ، بل هى حركة ظاهرية ، نشأت بسبب دوران كوكبنا حول الشمس مرة فى السنة ، وبسبب هذا الدوران تبدو لنا الشمس تتنقل وسط النجوم ، فالأرض عندما تكون فى النقطة « ا » (شكل ٢) من مدارها حول الشمس ، يرى سكانها الشمس فى اتجاه النجم « حـ » فإذا بلغت النقطة « ب » من هذا المدار يرى الراصدون على سطحها الشمس فى اتجاه النجم «ى» وهكذا تبدو الشمس للناظرين ، تتحرك بين النجوم فى مسار دائرى ثابت ، يسميه الفلكيون الدائرة الكسوفية ، وحول هذه الدائرة ترى مجموعات من النجوم ، قسمها القدماء من الراصدين إلى اثنتى عشرة مجموعة تعرف بالبروج ، ويجمعها قول الشاعر :

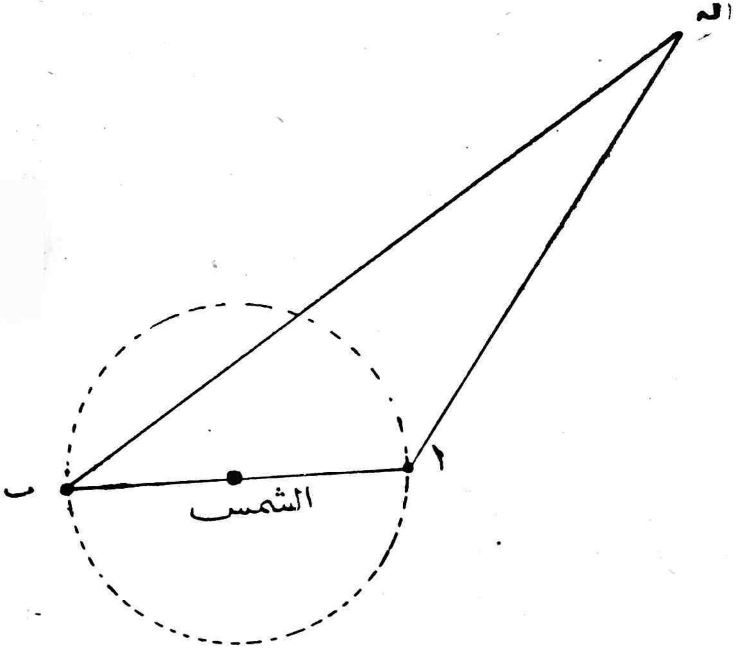
حمل الثور جوزة السرطان ورعى الليث سنبل الميزان
ورمى عقرب بقوس لجدى نزح الدلو بركة الحيتان



(شكل ٢)

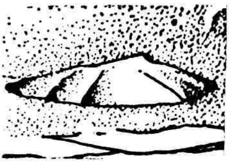
إن هاتين الحركتين لكوكبنا ، الأولى حول نفسها ومدتها يوم واحد ، والأخرى حول الشمس ومدتها سنة ، والتي نلقنها لأطفالنا في المدارس الابتدائية ، لم يكن إثباتهما من الأمور الهينة ، وقد رأينا أن أولاهما لم تثبت بالتجربة إلا فى منتصف القرن التاسع عشر ، أما الثانية فقد افترضها بعض العلماء اليونانين القدماء ، ولكن أرسطو الفليسوف العظيم ندد بهذا الفرض ، وزعم ثبوت الأرض فى الفضاء ، ذلك لأن النتائج التى يجب أن تترتب عن دوران الأرض حول الشمس ،

لم تحققها الأرصاد فى ذلك الحين ، ولا شك أن منطق أرسطو كان سليما لذلك ، ونظراً لما كان لهذا الفليسوف العظيم من مكانة مرموقة لم تثبت هذه الحقيقة إلا بعد ذلك بقرون طويلة ، وقد دحض أرسطو فكرة دوران الأرض حول الشمس بعجز



(شكل ٣)

الأرصاد عن تحقيق نتائجها المباشرة ، ولو أن الأرض تدور حقيقة حول الشمس لرأينا النجم « ﻫ » فى وقت ما من السنة فى الاتجاه « ا ﻫ » (شكل ٣) او بعد ستة اشهر حيث تكون الأرض فى نقطة « ب » نرى النجم نفسه فى اتجاه آخر هو الاتجاه « ﻫ ب »، ولم تثبت الأرصاد حينئذ اختلاف الاتجاه الذي يرى فيه نجم واحد مثل « ﻫ » فى مدى ستة أشهر ، ذلك لأن القدماء لم يدركوا **مدى** صغر الخط « ا ب » بالنسبة للخط « ا ﻫ » ، الذى يمثل بعد النجم ، وبالتالى مدى صغر الزاوية « ا ﻫ ب » ، التى تمثل الفرق بين الاتجاهين .



النجوم والكواكب

قلنا آنفا : إن عدد ما يمكن رؤيته بالعين المجردة من الأجرام السماوية فى السماء نحو ستة آلاف ، ونصف هذا العدد هو الذى يكون فوق أفق الراصد فى اى وقت ، وفيما عدا عدد صغير لا يتجاوز الخمسة أو الستة ، نلاحظ أن هـذه الأجرام تتلألأ بالضوء نتيجة للتيارات الهوائية فى الغلاف الهوائى ، ونسميها نحن بالنجوم ، وفى حقيقة أمرها شموس مثل شمسنا ، من حيث طبيعة تكوينها ، أو تركيبها الكيماوى ، أو كيفية تكوين الطاقة فيها بوجه عام ، وهى تبدو صغيرة بالنسبة للشمس ، لا لسبب إلا لأنها ابعد من الشمس . ولو تذكرنا أن سرعة الضوء تقدر بنحو ٣٠٠ ألف كيلو متر فى الثانية الواحدة ، نجد ان الضوء يصلنا من الشمس ، التي تبعد عنا بنحو ١٤٩½ مليون كيلو متر في زمن قدره ثمانى دقائق وثلث . وعلى هذا الأساس نجد أن الضوء يصلنا من أقرب النجوم فى زمن يقدر بنحو أربع سنين ونصف ، من هذا يتضح لماذا تبدو النجوم أصغر بكثير من الشمس ، ولماذا لم يستطع

الفلكيون القدماء تحقيق الاختلاف الظاهرى لمواقع النجوم ، نتيجة لافتراض دوران الأرض حول الشمس .

ويزيد عدد ما يمكن كشفه من النجوم فى السماء بازدياد قوة المنظار الذى نستعمله لهذا الغرض ، ويقدر عدد ما يمكن كشفه بوساطة أكبر المناظير فى العالم ، وهو منظار « مونت بالومار » بأمريكا ، الذى يبلغ قطر مرآته ٢٠٠ بوصة بآلاف كثيرة من الملايين من النجوم .

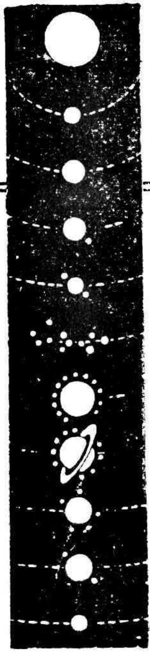
أما الأجرام التي استثنيناها فى مبدأ كلامنا هنا ، فهي لا تتلألأ بالضوء كالنجوم ، وإذا راقبناها فترات كافية لوجدنا أنها ليست ثابتة فى مواقعها ، بل تتحرك بين النجوم ، وترسم مسارات لولبية بينها بخلاف النجوم التي تبدو للناظر ثابتة بالنسبة لبعضها البعض على مر السنين الطويلة . هذه الأجرام الخمسة تسمى الكواكب السيارة ، عرفها القدماء منذ أقدم العصور ، وهى : عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل ، وهى أجسام منطفئة كالأرض فنحن نراها بضوء الشمس منعكسا على سطوحها ولو فرض أنه كان بها أقوام يعيشون ، لرأوا أرضنا بضوء الشمس منعكسا عليها ، وبكيفية مماثلة ، ولو نظرنا إلى هذه السيارات بوساطة المنظار ، لوجدنا أن لبعضها قمراً أو أكثر

يدور من حولها ، كما يدور قمرنا حول الأرض.

وقد حار العلماء كثيراً فى تفسير حركة السيارات بوساطة النجوم ، وافترضوا لهذا افتراضات كثيرة ، ولكن لما كان أساس افتراضاتهم قديما أن الأرض ثابتة فى الفضاء ، وأنها مركز الكون فإن هذه الافتراضات لم تفسر على وجه الدقة حركة السيارات ، وظلت هذه المسألة بغير حل مقبول قرونا طويلة.

وفى أوائل القرن السادس عشر ، وضع العالم البولندي الخالد الذكر « كبرنيق » نظرية لتفسير حركة الكواكب السيارة ، على أساس أنها والأرض تدور حول الشمس ، وكل فى فلك يسبحون ، ووجد أن هذا الفرض يفسر حركة السيارات وسط النجوم تفسيراً اكثر مطابقة للأرصاد من الفروض السابقة ، التى وضعت على أساس ثبوت الأرض ومركزيتها للكون . ولم يتقبل العلماء ورجال الدين فى أوربا هذا الافتراض بقبول حسن ، بل عارضوه وتندروا به ، لما كان لتعاليم أرسطو من أثر قوى فى نفوسهم ، ولأن الأرصاد لم تحقق النتيجة المباشرة لهذه النظرية ، والتى تكلمنا عنها آنفا ، وهى اختلاف الاتجاهات التى ترى فيها النجوم على مدار السنة.

وبينما كان الجدل عند ذروته ، حول مركزية الأرض ، كان الفلكى الدينامركى « تيكوبراها » يتابع رصد مواقع السيارات بدقة اشتهر بها ، ووزاره معاصره العالم الرياضى الألماني « كبلر » ، فقام بتحليل هذه الأرصاد ، واستنبط منها القوانين ، التى عرفت فيما بعد باسم قوانين « كبلر » عن حركة السيارات ، وفحواها : أن كلا منها يدور حول الشمس فى مسار بيضاوي ، تحتل الشمس إحدى بؤرتيه ، وأن الخط الواصل من السيار إلى البؤرة ، التى تمثلها الشمس ، يرسم مساحات متساوية فى أزمنة متساوية ، وأن مربع مدة الدورة يتناسب تناسبا طرديا مع مكعب نصف قطر المدار ، ولم يفسر كبلر لماذا كانت حركة السيارات حول الشمس علي هذا النحو ؟ فكأنها قوانين وضعية ، ولكن اكتشافها كان له صدى كبير فى دوائر العلم ، لأنها فسرت لأول مرة حركة السيارات المعقدة ، وعلى أساسها تطابقت المواقع المستنبطة نظريا بمواقع السيارات فعلا فى السماء . ولما اكتشف « نيوتن » قانون الجاذبية العام عرفوا أن هذه القوانين ، التى اكتشفها كبلر ليست سوى نتائج لهذا القانون ، ويعتبر هذا القانون إحدى دعائم أربع ، قامت عليها النهضة العلمية فى العلوم الطبيعية فى العصر الحديث .



قانون الجذب لنيوتن

كشف « نيوتن » بفطرته السليمة اهم خصائص المادة ، وهى خاصية التجاذب بين جميع الأجسام مهما كان شكلها أو تكوينها الطبيعي أو الكيماوى ، أما كيفية التجاذب فقدضمنها قانونه المشهور ، وفحواه : أن أى جسمين يتجاذبان بقوة تزيد ، اضطرادا مع حاصل ضرب كتلتيهما ، وعكسيا مع مربع المسافة ، بينهما ، وليس من السهل كشف هذا التجاذب بين أي كتلتين عاديتين ، لصغر معامل الجاذبية . وقد لاحظ الناس منذ أقدم العصور ، ما لاحظه « نيوتن » من سقوط التفاحة من الشجرة نحو الأرض ، وأن ما علي الأرض يُجذَب إليها ، أيا كان موقعه من سطحها ، ولا يستطيع أن يفلت من قبضة جاذبيتها . ومع

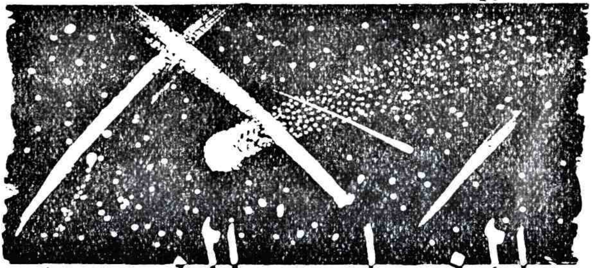
ان بعض العلماء قبل عصر « نيوتن » قدر قوة هذه الجاذبية ، إلا أن أحداً لم يخطر بباله أن هذه الخاصية للأجسام كلها كبيرها وصغيرها سائلها وصلبها ، وأنها ليست ميزة للأرض دون غيرها ، وأننا إنما نلحظ أثر هذه الجاذبية فى سقوط التفاحة وأشباهها ، نحو الأرض ، لأن إحدى هاتين الكتلتين وهى الأرض كبيرة جداً ، وأكبر من الأجسام الأخرى التى نراها على سطحها ، والحقيقة التي كشفها « نيوتن » أن التفاحة تجذب الأرض ، كما تجذب الأرض التفاحة وأشباهها .

وضرب « نيوتن » مثلا آخر لهذا التجاذب ، وهو حركة القمر الدائمة حول الأرض . فمن المعروف أن الأجسام ، التى تتحرك فى مسارات دائرية تكتسب بهذه الحركة قوة طاردة مركزية خارج المسار ، فلولا التجاذب بين القمر والأرض لانطلق القمر فى الفضاء بعيداً عنها ، نتيجة لهذه القوة الطاردة .

بعد أن أسس نيوتن قواعد علم « الديناميكا » استنبط كتلة القمر ، من تعادل قوة التجاذب بينه وبين الأرض ، والقوة المركزية الطاردة ، التي عينها من دراسة حركته فى مداره . وهكذا حققنا نتيجة بالغة الأهمية ، واستطعنا أن نزن القمر

وزناً ، دون حاجة إلى وضعه فى كفة الميزن العادى ، وقدرت كتلة القمر فى بادئ الأمر بالنسبة إلى كتلة الأرض ، وبعدما عين معامل التجاذب الذى يعنيه نيوتن فى قانونه بتجارب مختلفة علي سطح الأرض ، أمكن تعيين وزنها ، وبذلك أمكننا أن نعين كتلة الأرض والقمر بالأطنان ، وبتطبيق هذا المبدأ علي حركة الأرض حول الشمس ، أمكننا أيضاً أن نقدر وزنها . وقد أمكننا تعيين أوزان النجوم البعيدة فى أعماق الفضاء ، بطرق مختلفة .

وبعد استخدام المنظار فى الأرصاد الفلكية ، اكتشفت سيارات أخرى ، واصبح عددها الآن تسعا ، وهى عطارد ، والزهرة ، والأرض ، والمريخ ، والمشترى ، وزحل ، واورانس ، ونبتون ، وبلوتو ، ويعتبر اكتشاف الأخيرين أكبر نصر لقانون الجاذبية العام ، وقد كشف عن وجودها مالوحظ من عدم تطابق مواقع أورانس المستنبطة من الحساب ، مع مواقعه بالرصد وقد دل ذلك على وجود كواكب أخرى تؤثر فى أورانس بالجذب ، وقد أمكن حساب مواقع السيار نبتون فى السماء من مقدار تأثيره على أورانس ، وحدد الاتجاه الذى وجد فيه تطبيقا لقانون الجذب ، وبالمثل أمكن اكتشاف السيار الأخير بلوتو .



المذنبات والشهب

يطلق الفلكيون على الشمس والسيارات ، بما فيها الأرض اسم النظام الشمسى ، ويشمل عدا هذا وتلك المذنبات والشهب .

أما المذنبات فهي : أجسام أصغر بكثير من السيارات ، وتتميز عنها فى أن مساراتها أكثر بيضية من مسارات السيارات ، ولذا لا ترى إلا عندما تكون فى نقط من مدارها قريبة من مدار الأرض ، وقد تبلغ فى بعض النقط من مدارها مسافات ابعد من مدار « نيتون » ، وفى البعض الآخر أقرب من مسار المريخ ، ولهذا كانت تفاجيء الناس بظهورها ، ثم تفاجئهم باختفائها ، وكان ظهورها فى السماء يسبب هلعا وخوفا ، وكان « هالى » أول من كشف عن طبيعة مساراتها

هذه ، التى ينشأ عنها ظهورها المفاجئ واختفاؤها المفاجئ .

وتمتاز المذنبات الكبرى عن السيارات ، بأن لها ذيولا ، تمتد ملايين عدة من الأميال طولا ، وقد أثبتت الأرصاد أن مادة الذيول قليلة الكثافة ، إلى درجة أنها لو مست الغلاف الهوائى ، عند اقترابها من الأرض ، وكانت مكونة من الغازات السامة فإنه لن ينشأ عن مثل هذا الاقتراب ما يضر الناس ، ويؤيد هذه الحقيقة ، أن ضغط الإشعاع الشمسى يكفي لتوجيه الذيل فى الاتجاه المقابل ، فعندما تكون الشمس فى ناحية الشرق ، يكون الذيل متجها نحو الغرب ، والعكس صحيح ، وبالرغم من أن عدد المذنبات التى ترى بالعين المجردة قليل جداً ، فإن عدد ما يمكن رؤيته بالمناظير الكبيرة منها ، نحو ستة فى السنة ، واشهر المذنبات مذنب « هالى » ومذنب « بروك » .

أما الشهب فهى : أجسام تتفاوت وزناً ، بين أوقيات صغيرة وأطنان كثيرة ، ويدخل الغلاف الهوائى كل يوم منها ملايين عدة ، وتوجد فى الفضاء فرادي أو جماعات ، كاسراب الطير ، فإذا اقتربت الأرض منها جذبتها نحوها ، فتدخل الغلاف الهوائى بسرعة كبيرة ، ويتولد من احتكاكها بالطبقة الهوائية المحيطة بالأرض حرارة شديدة ، فتشتعل ويذهب معظمها هباء

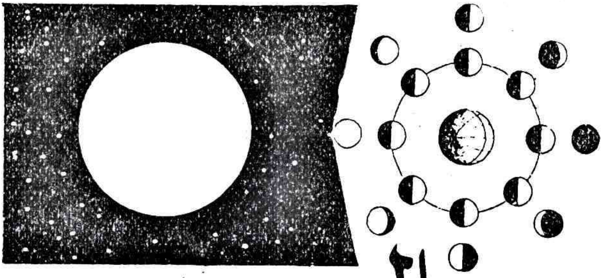
فى الجو ، أما القليل جداً منها ممـا لاتـكفي الحرارة المتولدة فيه بالاحتـكاك مع الهواء لتبخره فيسقط إلى الأرض ، وهو ما يسمى عادة نيازك وقد أمكن جمع الـكثير منها وتري فى المتاحف العلمية .

ومن الممكن تعيين ارتفاع هذه الشهب فوق سطح الأرض عند اشتعالها ، وتعيين سرعتها برصد خطوط سيرها بين النجوم من مكانين مختلفين على الأقل من سطح الأرض ، وقد دلت مثل هذه الأرصاد ، علي أن ارتفاعها عند بدء رؤيتها نحو ٨٠ ميلا ، وعند اختفائها نحو ٥٠ ميلا ، وقد يبلغ طول المسار المضئ الذي يرسمه بعضها مئات عديدة من الأميال ومتوسط سرعتها داخل الطبقة الهوائية ٢٦ ميلا فى الثانية .

وهناك نوع آخر يسمى بالـكرات النارية وتـكون عادة على ارتفاع ١٠٠ ميل ، وتتوغل أكثر من غيرها فى الطبقة الهوائية ، وعند اختفائها تـكون على ارتفاع يتراوح بين ٥ و ١٠ أميال ويتراوح عدد ما يرى من الشهب فى الساعة الواحدة ، بين ٦ و ٦٠ ، ويقدر عدد ما يدخل منها الطبقة الهوائية يوميا بملايين عدة .

وبتحليل ما وصل منها إلى الأرض ، وجد أن المواد الرئيسية

فيها مكونة من الحجر الجيرى والمنجنيز والحجر السليسى ، مختلطة بحبيبات الحديد ، وقليل منها يحتوى على الحديد النقى متحداً مع النيكل بنسبة قليلة وعلى وجه العموم فليس بين العناصر المركبة لها عنصر غير معروف على الأرض . ويري كثير من العلماء أن مجموعات الشهب ، هى حطام مذنبات ، فقد شوهد مذنب « بيلا » الكبير لآخر مرة عام ١٨٤٥ ، وفى يناير من السنة التالية شوهد هذا المذنب منقسما إلي جزئين منفصلين ، وعند عودته للظهور عام ١٨٥٣ وجد أن المسافة التى تفصل بين جزئيه كبيرة ، وفى عام ١٨٥٨ اختفي هذا المذنب نهائياً ، غير أنه فى عام ١٨٧٢ ـ حيث كان منتظراً ظهور هذا المذنب ـ تساقط وابل كبير من الشهب من اتجاه كوكبة المرآة المسلسلة ، وبحساب مدار نقطة تساقط الشهب وجد أنها تنطبق على مدار المذنب المفقود ، وتدل هذه الظاهرة على احتمال تكوين الشهب من المذنبات .



القمر

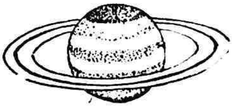
يستهوى القمر الناظرين إليه بضوئه الفضى ، وقد كان ولا يزال مصدر الوحى والإلهام للشعراء والأدباء . أما من وجهة النظر الفلكية فهو جرم صغير جداً ، تربطه بالأرض قوة التجاذب بينهما ، كما تربطنا بها ، وإن اختلفت فى مظهرها ، وهو أقرب جيراننا فى الفضاء السماوى ، ويبدو لنا أكبرها بعد الشمس ، بسبب قربه منا ، فقطره لا يتجاوز ٢١٦٠ ميلا ، أو ما يعادل ربع قطر الأرض ، وهو يرسم مساراً دائريا حول الأرض فى ٢٧⅓ يوم ، ونظرا لصغر كتلته بالقياس إلى كتلة الأرض ، فقوة الجاذبية على سطحه تعادل سدس مقدار الجاذبية على سطح الأرض ، وهذا يفسر لنا السبب

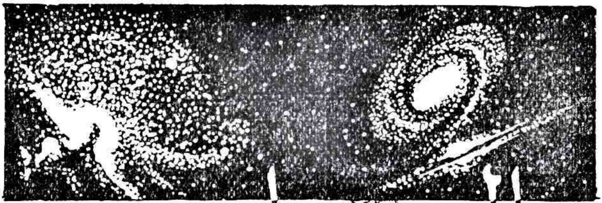
فى أن القمر ليس له جو كجو الأرض ، وبالتالى فإن الحياة كما نعرفها لا توجد على سطحه ، ذلك لأن الهواء الذى يحيط بأرضنا يحتوى على ملايين الملايين من الجزيئات ، التى تجول فيه بانطلاقات كبيرة تقدر بمئات الأمتار فى الثانية ، ولكن قبضة جاذبية الأرض القوية ، تحول دائما دون أن تفلت هذه الجزيئات وتذهب هباء فى الفضاء ، ولما كانت الجاذبية على سطح القمر اقل من أن تجعله يحتفظ بجزيئات جوه ، فإنه لابد أن يكون قد افتقد جوه منذ زمن بعيد ، بفرض أنه كان يحيط به جو .

ويلاحظ أن القمر يواجه الأرض دائما بوجه واحد ، ويدور حولها مرة كل شهر ، من ذلك استنتجنا أنه يدور حول نفسه مرة كل شهر ايضا ، ولذا تظل اى نقطة علي سطحه تتلظى بضوء الشمس أسبوعين كاملين ، فتسخن إلى درجة كبيرة ، وتصل حرارتها إلى ما يقرب من مائة درجة مئوية . أما الأجزاء التى يحبس عنها ضوء الشمس ، فنجد أن البرودة تبلغ فيها نحو مائة درجة تحت الصفر ، فإلى جانب أن قبضة جاذبيته ضعيفة ، ولا تقوى على الاحتفاظ بجو هوائى ، فإن ارتفاع درجة الحرارة أيضا على سطحه يزيد من سرعة

انطلاقات هذه الجزيئات ، فتتشتت فى الفضاء . من أجل هذا يرى الفلكيون ان القمر عالم ميت لا حياة فيه ، وأن على المسافرين إلى القمر أن ياخذوا عدتهم لذلك ، وأن يتزودوا بانابيب الأكسجين لاستنشاقه ، إلى جانب الكثير مما يلزمهم .

وقد قورن ضوء القمر ، الذى هو انعكاس ضوء الشمس على سطحه ، إلى ضوء الشمس منعكسا على أنواع مختلفة من التربة والطين والطباشير والحجارة ، فوجد أنه يكاد يشبه تماما ضوء الشمس المنعكس من الرماد البركانى ، مما جعل الكثير من الفلكيين يرجحون أن يكون سطح القمر مكوناً من الرماد البركانى ، ويعزز هذا الرأى شكل السطح ، الذي يشبه مجموعة كبيرة من البراكين الخامدة ، كالتى نراها علي سطح الأرض .





السدائم

قد يسرت لنا المناظير اكتشاف أجرام أخرى غير النجوم والسيارات، وذلك لقدرتها على سير أعماق أكبر من الفضاء السماوي ، وتختلف هذه الأجرام عن النجوم فى أنها سحابية الشكل ، وأنها لا تبدو كنقط ضوئية مثل النجوم ، بل تشغل مساحات ، وأن النسبة الغالبة فيها ذات أشكال هندسية ، هذه الأجرام تسمي السدائم ، والحيز من الفضاء الذى يشتمل على آلاف الملايين من النجوم يسمى النظام النجومى ، وقد كان يظن أن شمسنا تقع عند مركزها ، غير أن الأبحاث دلت على أنها تبعد عن المركز بنحو ٣٣٠٠٠ سنة ضوئية ، فإذا افترضنا أن البعد المتوسط بين النجوم هو البعد بيننا وبين أقرب النجوم (الأقرب من قنطورس) ، والذى ذكرنا آنفا أنه يقدر بنحو ٤½ سنة ضوئية ، استطعنا

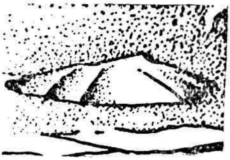
أن نتصور الحيز من الفضاء الذي يشتمل على آلاف الملايين من هذه النجوم ، وقد اثبتت الأبحاث أن هذا النظام النجومى الذي تتبعه شمسنا ، ليس سوى واحد من هذه الأنظمة التي تعرف بالسدائم ، والذى يقدر عددها ببضعة ملايين ، كما لوحظ أن النجوم فى النظام النجومي اكثر تكثفا فى بعض مناطقه فحيث ننظر إلى السماء فى هذه الاتجاهات نرى بالعين المجرده سحابة ممتدة عبر الفضاء تسمي سكة التبانه ، فإذا نظرنا لهذه السحابة من خلال مناظير وجدنا أنها تكتظ بالنجوم .

ويشبه النظام النجومى فى شكله عجلة السيارة ، وهو كوحدة مستقلة يدور حول محور معين الاتجاه ، هذا الدوران هو الذى يجنب النجوم المكونة له من السقوط نحو مركزه الأكثر تكثفا بفعل الجاذبية ، فالدوران حول المركز يكسب كل نجم من نجوم المجموعة قوة طاردة تعادل قوة التجاذب بينه وبين المركز ، ومن ثم يحدث التوازن، ويكون هذا الدوران الدائب كما هو الحال فى القمر ، ويعتبر النظام النجومى نموذجا للسدائم لأنه يختلف عنها عموما ، فى أن المادة المكونة له قد تكثفت إلى نجوم ، وأنه أكبرها كتلة .

وتوجد السدائم على أشكال هندسية مختلفة ، كالكروي

التام ، والكروى المنبعج ، والعدسى الشكل والحلزونى ، والمعتقد أن هذه الأشكال المختلفة للسدائم تمثل المراحل المختلفة للسديم الواحدفى حياته ، وهو ينشأ كرويا ثم ينبعج عند قطبيه ، ومع الدوران والانكماش يصبح عدسيا فحلزوني الشكل وفى المراحل الأخيرة تتكثف المادة فيه إلى نجوم .

لقد حاولنا أن نعطى القارىء صورة عامة وموجزة عن الأجرام السماوية ، ومع أننا سنتكلم فى الفصول التالية عن بعضها ببعض التفصيل ، إلا أنه يجب أن نحذر القارىء من أن يعتقد أن هذا أو ذاك هو كل ما فى الأمر ، وقديما قال قس بن ساعدة : « إن فى السماء لخبرا وإن فى الأرض لعبرا » . وما ذكرناه وما سنذكره وما عرفناه وما سنعرفه ليس سوى بعض الخبر .



التقاويم والزمن

عرفنا مما تقدم أن أرضنا تدور حول نفسها مرة فى كل يوم ، فينشأ من دورانها هذا ، تعاقب الليل والنهار وشروق النجوم والشمس والقمر والسيارات وارتفاعها بعد الشروق فى كبد السماء ، ثم ميلها نحو الغرب إلى أن تغيب تحت الأفق . وعرفنا أيضا أنها تدور حول الشمس مرة فى السنة ، فينشأ عن ذلك تحرك الشمس ظاهريا بين النجوم ، واختلاف منظر السماء ليلا من يوم إلى يوم ، ومن شهر إلي شهر . وعرفنا كذلك أن القمر يتحرك حول الأرض ، ويقطع مساره فى ٢٧⅓ يوم ، ولما كان القمر يعكس لنا ضوء الشمس ، فمساحة الجزء المضىء من سطحه تتوقف لا على موقعه من مداره حول الأرض فحسب ، بل أيضا على موقعه بالنسبة للخط الواصل بين مركزى الأرض والشمس ، ولما كانت الشمس تقطع فى خلال هذه الدورة نحو ٢٧ درجة ، فإن طول الشهر القمرى وهو الفترة بين ظهوره لنا كبدر أو محاق مرتين متتاليتين ، أطول من ذلك بمقدار الزمن الذى يقطع فيه القمر المسافة التى تكون الشمس قد قطعتها خلال إتمامه دورة كاملة من مساره ، ويبلغ طول الشهر القمرى نحو ٢٩½ يوم .

وقد اتخذ الإنسان هذه الدورات ، او بمعنى آخر الفترات الزمنية التى تتم فيها دورة الأرض حول نفسها ، ودورة الأرض حول الشمس ، ودورة القمر بالنسبة إليهما وحدات اساسية فى قياس الزمن ، وهى اليوم والشهر والسنة .

والزمن كالكون لاحد لبدايته ولا لنهايته نقيس منه ولا نقيسه ، نقيس منه فترات محدودة ، ومع ذلك فإن هذه المقاييس ضرورية جداً في حياتنا المدنية ، لا غنى لنا عنها . و ننسب إلى لحظات معينة فيه أهم الحوادث الهامة فى تاريخ الجنس البشرى ، بمولد المسيح عليه السلام ، وهجرة محمد ﷺ .

وليتصور القارئ كيف نعيش بغير تقويم ، فتتعاقب المواسم والحوادث ، ولا نستطيع أن ننسبها إلى لحظات معينة فى سجل الزمن .

وقد امتن الله علينا بهذا الفضل بقوله : « ولتعلموا عدد السنين والحساب » . وقال أيضا : ويسألونك عن الأهلة قل هى مواقيت للناس والحج » . هذه الوحدات من مقاييس الزمن وحدات فلكية ، تحددها ظواهر فلكية معينة ، وحسابها بالدقة ليس من الأمور الهينة كما يتوهم القارئ ، فأطوالها تحدد بارصاد فلكية دقيقة ، وهى الدعائم الأساسية فى التقاويم المختلفة ، أما أجزاء اليوم والأسابيع فهى مقاييس اصطلاحية .

ومن الطريف أن أيام الأسبوع مرتبطة بأسماء الشمس والقمر وبعض الكواكب . ويحكى أن الأقدمين عندما نظروا إلى السماء ليلة بعد ليلة وسنة بعد أخري ، تبين لهم أن الشمس والقمر وخمسة كواكب أخرى تغير مواقعها بين النجوم الثابتة ، ولذا اتخذوا منها آلهة وعبدوها ، ولم يكتفوا بذلك ، بل خلدوها على مدى الزمان ، واتخذوا من عددها وحدة زمنية ، هى التي نعرفها الآن بالأسبوع . واشتقت أيام الأسبوع من أسمائها في بعض اللغات ، أما فى اللغة العربية فيعرف يوم الشمس بيوم الأحد ، ويوم القمر بيوم الإثنين ، ويوم المريخ بيوم الثلاثاء ، ويوم عطارد بيوم الأربعاء ، ويوم المشترى بيوم الخميس ، ويوم الزهرة بيوم الجمعة ، ويوم زحل بيوم السبت ، ولا تزال هذه الأسماء تستعمل فى وقتنا هذا فى اللغة اللاتينية ، بينما بعضها يستعمل فى اللغتين الإنجليزية والفرنسية .

وشكرا للخالق عز وجل ، فلو قدر للإنسان الأول أن يرى أورانوس ونبتون وبلوتو لأصبح الأسبوع عشرة أيام ، بدلا من سبعة ، ولأتى يوم الراحة الذى ينتظره كل فرد منا بعد تسعة أيام من العمل المتواصل .

وبذا نري أن حياتنا اليومية ، قد نظمت تنظيما دقيقا ، لأن سبعة أجرام سماوية تدور فى السماء .

قياس الزمن وشئون الحياة



لمس الناس حاجتهم إلى قياس أجزاء اليوم منذ أقدم العصور واستخدموا لهذا الغرض للسلات الغومون رأسية أو مائلة ، يستنبطون بها الأوقات من اتجاهات ظلالها علي سطح الأرض أو الحوائط ، كما استخدموا الساعات المائية والرملية ، وينساب الماء أو الرمل من الآنية التى تحتويها ، ويعرف الوقت من ارتفاع سطح الماء ، أو الرمل الباقى فى الإناء عند لحظة ما .

ثم شعر الناس بحاجتهم إلي تعيين الزمن بدرجة أكبر من الدقة ، مما تحققه هذه الوسائل ، وبدأت محاولاتهم الأولى باختراع الساعات الميكانيكية فى فجر القرن التاسع بعد الميلاد ، واشتهر فى التاريخ أنها من اختراع العرب ، وأن الخليفة المأمون أهدى إلى ملك فرنسا عام ٢٠٠ هجرية ، الموافق لعام ٨٢٩

ميلادية ، ساعة من هذا النوع ، وان هذه الصناعة انتقلت بعد ذلك إلى أوربا ، ولكن الأوربيين يعزون اختراع الساعات الميكانيكية إلى « كاسينيكوس » المتوفى في « ورنا » عام ٨٤٦ ، والبابا « سلفستر » عام ٩٩٦ « وولهم فوشير شار » المتوفي عام ١٠٩٠ . وعلى كل حال فإن الساعات الميكانيكية ، لم تصل فى ذلك إلى درجة من الدقة ، يمكن معها الاعتماد عليها فى تعيين الأوقات ، بدليل أن « تيكوبراهن » المتوفى عام ١٦٠١ والذى اشتهر بدقة أرصاده على السيارات لم يكن يعتمد عليها فى تعيين الأوقات ، وأقدم ماوصل إلينا من الساعات التى صنعت فى هذه العصور الساعات الموجودة فى « ديجون » و « راوا » و « باريس » وقد صنعت حوالى ١٣٧٩ ، وأخرى يقال : إنها صنعت عام ١٣٤٨ ، وكانت فى قلعة « دوفر » وهى موجودة الآن بالمتحف العلمى بلندن .

وتطورت منذ ذلك الحين صناعة الساعات بأنواعها المختلفة ، وصنعت الساعات ذات البندول . ثم اخترع « روبرت هوك » الزمبورك الشعرى عام ١٦٦٤ ، والذى له خاصية ثبوت مدة الذبذبة ، والذي أدخل بعد ذلك في صناعة الساعات ، وليس أدل على فرح الأقدمين بهذه الأداة فى تعيين وقياس فترات من الزمن ، من محاولتهم تخليد هذا الانتصار بتسمية إحدى

مجموعات النجوم فى السماء ، باسم الساعة ذات البندول .

وبرغم التقدم الكبير فى صناعة الساعات بأنواعها المختلفة ، فإنه يمكن القول : بانه ليست هناك ساعة واحدة تسير فى حركتها سيراً منتظما انتظاما مطلقا ، ذلك لأن عاملى تغير الضغط والحرارة ، يؤثران فى طول البندول أو الزمبرك ، ومن ثم فى مدة ذبذبتها التى يقاس بها الزمن ، ومع أن التقديم او التأخير الناشىء من تغير هذين العاملين من يوم إلي يوم في الساعات الموجودة بمرصد حلوان ، أو فى أى مرصد من المراصد العالمية ، لا يتجاوز بضعة أعشار من الثانية ، إلا أن حاجتنا إلى أداة نقيس بها الزمن بكل دقة كانت ، ولا تزال ماسة لا لتقدير الزمن فى الشئون العادية ، بل فى بعض الشئون الحيوية كالملاحة بكافة أنواعها ، ومساحة الأرض ورسم الخرائط إذ يلزم فى جميع هذه الشئون تعيين الزمن بأقصي درجة من الدقة . ولقد وجد أن الساعة الوحيدة التى لا يأتيها الباطل من بين يديها ولا من خلفها هى الأرض ، فالفترة التي تتم بها دورة كاملة حول نفسها تكاد تكون ثابتة ثبوتاً مطلقاً ، وينشأ عن هذا الدوران تحرك النجوم فى السماء من الشرق إلي الغرب ، وعبورها خط منتصف السماء الواحد تلو الآخر

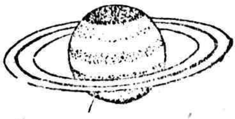
فى لحظات معينة ثابتة ، ومن ثم يناط بالمراصد الكبرى أمر تعيين الزمن ، ولأهميته فى شئون الملاحة كما ذكرنا ، نجد ان أكبر المراصد فى العالم مثل مرصدى جرينتش وواشنطون ، لايزالان تابعين لوزارة البحرية فى كل من البلدين .

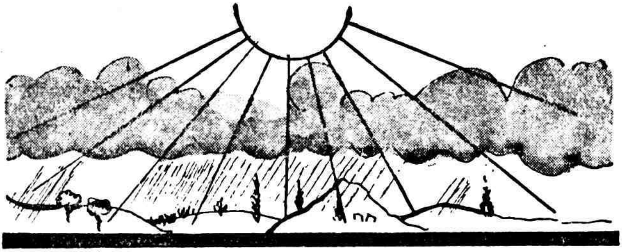
ويحدد الزمن بأرصاد فلكية على النجوم ، عند عبورها خط الزوال ، وبالرغم من هذا فقد وجد أنه بسبب قوى الاحتكاك العظيمة ، والتى تنشأ من ظاهرة المد والجزر ، وخصوصاً فى البحار المقفلة ، تقل سرعة الأرض حول محورها ، ويزيد اليوم طولا ، وقد قدر أن اليوم يكون أطول مما هو عليه الآن بنحو ثانية واحدة ، بعد زمن قدره ١٢٠٠٠٠ سنة ، ومن الواضح أن هذا الفرق صغير جداً إلى درجة يمكننا معها اعتبار دوران الأرض حول نفسها أصلح الظواهر الفلكية لقياس الزمن ، ومعايرة الأوقات التى تبينها الساعات الميكانيكية أو الكهربائية ، مهما بلغت هذه من دقة الصنع .

عرفنا أيضاً أن مواقع النجوم بالنسبة إلى بعضها البعض فى السماء ثابتة على مر الدهور الطويلة ، وبالرغم من أن الأرصاد الدقيقة أثبتت أن النجوم جميعها متحركة وبسرعات كبيرة ، إلا أنه نظراً لبعدها السحيق فى أعماق الفضاء تبدو لنا ثابتة ،

وفى حدود الدقة المطلوبة ، يمكن الاعتماد عليها فى تعيين مواقعنا من سطح الأرض فى شئون الملاحة البحرية أو الجوية .

ويقيس الفلكيون حركة النجوم بالأرصاد الفلكية الدقيقة ، ويستنبطون مواقعها المستقبلة ، وتنشر فى تقاويم فلكية خاصة لصالح الملاحة، وتاريخ تقدم فنون الملاحة بأنواعها هو فى الواقع تاريخ مدنيتنا ، فعليها نعتمد فى الانتقال من مكان إلى مكان طلبا للرزق أو المعرفة ، ويتوقف عليها رخاء الشعوب فى كل بقاع الأرض ، بما تنقله مما يفيض عنها إلى غيرها ، أو تجلب إليها ما هى فى حاجة إليه .





الشمس والحياة

عاش ملايين الناس فى اجيال متعاقبة ، قبل أن يعرفوا أن الشمس هى أحد النجوم ، ولكنهم اعتقدوا أنها جرم سماوي هام ، يتميز عن باقى الأجرام السماوية ، فقد أدرك الصينيون والبابليون والمصريون أهميتها كمنبع للضوء والحرارة ، فاعتبروها إلها عظيما ، واقاموا لها المعابد ، بالرغم من أنها كانت شيئا غامضا بالنسبة إليهم . وحتى يومنا هذا ، بالرغم من أن الفلكيين قد عرفوا مكان الشمس فى سديم المجرة ، وتوصلوا إلى تركيبها الكيماوى والطبيعي ، وبحثوا فى الطرق الذرية التي يمكن أن تولد بها الشمس طاقتها ، إلا أنه لا زالت هناك أسرار عديدة ، تحتاج إلى أرصاد كثيرة متنوعة .

• قد اعتبرها أجدادنا المصريون القدماء رائد الأرض

التي تتحكم في جميع الظواهر الطبيعية على سطحها ، والتي يرجع إليها الفضل كله فى بقاء الجنس بجميع أنواعه ، إذ هى منبع الحرارة والضوء اللازم لحياة الحيوان والنبات علي السواء .

وتتضاءل أهمية الأجرام الأخرى بالنسبة إلى الأرض ، إذا ما قورنت بالشمس ، فلو تلاشى القمر والكواكب وتوابعها من الوجود ، لاستمرت الحياة دون أن يطرأ عليها أدنى تأثير ، اللهم إلا تغيير طفيف فى حركة الأرض حول الشمس أما إذا ، بعدت الشمس أو قربت ، ولو بقدر طفيف عن الأرض لتغيرت كمية الطاقة ، التى تصلنا منها ، ولكانت الطامة الكبرى لجميع الكائنات الحية .

هذا بالنسبة إلى الحياة على سطح الأرض . أما بالنسبة إلى الفلكى ، فهو ينظر إلى الشمس على أنها نجم متوسط الحجم ، أكبر من بعض النجوم الأقزام ، وأصغر بكثير من النجوم العمالقة ، ويبلغ قطرها ٨٦٤ ألف ميل ، وهو لا يعتبر كبيراً إذا ما قيس بقطر إبط الجوزاء ، ألمع نجمة فى مجموعة الجبار ، التى تظهر فى السماء فى ليالى الشتاء ، إذ يبلغ قطر تلك النجمة ٥٤٠ مرة قدر قطر الشمس ، كما أن الشمس ليست ألمع النجوم ، فابط الجوزاء ألمع منها بمقدار ٢٩٠٠ مرة .

أما إذا قارنا الشمس بالأرض ، فالشمس عملاق كبير ، إذ

يبلغ قطرها ١٠٩ مرات قدر قطر الأرض، وحجمها ١٣٠٠٠٠٠ مرة مثل حجم الأرض ، أما كتلتها فهي أكبر من كتلة الأرض بنحو ٣٣٠ ألف مرة ، والرجل الذي يزن ٧١ كيلو جراما على سطح الأرض يزن طنين على سطح الشمس .

ولا يميز الشمس عن أخواتها النجوم ، سوى قربها من الأرض ، فقد ساعد هذا القرب على دراسة سطحها وما يجرى عليه من أحداث ، بعضها ثابت و بعضها يتغير من يوم إلى يوم ، بل من لحظة إلى أخرى فى دورات منتظمة أو غير منتظمة ، وبذا نجد أن دراسة سطح النجم تفصيليا هى إحدى هبات الشمس لنا ، التى أتاحها قربنا منها فوسائل الرصد مهما كبرت وتنوعت ، فلا زالت بعيدة عن أن تظهر أى شئ على سطوح النجوم .

وكما أسلفنا فالشمس هى التى تنظم حركة الأرض ، وأخواتها الكواكب وأبنائهم التوابع ، فهى تجذب كل هذه المجموعة بقوة هائلة ، فتحافظ على سير كل منها فى مداره . وقد يعجب القارئ ، إذا علم أن الشمس تسبح فى الفضاء بسرعة فائقة ، تبلغ ٢٢٠ كيلو متراً فى الثانية ، ومن حولها بناتها السيارات ، واحفادها الأقمار فى اتجاه النجم المعروف برأس الجاثى ، وذلك فى حركتها الدورانية نحو مركز المجرة ، وأصبح

لا مفر لنا من الشمس ، فهى المهيمنة على حياتنا ، والتى ارتبط بها مصيرنا ، سواء إلي سعادة أبدية ، أو إلى فناء تام .

وجميع أنواع الطاقة التى ولدها ويولدها الإنسان على الأرض ، يرجع اصلها إلى الشمس ، فالطاقة المستمدة من احتراق الفحم ، أو الخشب ، أو البترول بجميع أنواعه هى طاقة شمسية مختزنة فى باطن الأرض منذ ملايين السنين ، كما أن الطاقة المائية التى تستخدم فى توليد الكهرباء : لإنارة المدن ، وإدارة المصانع ، وتحريك القطارات ، وفى كثير من وسائل مدنيتنا الحديثة يعود أصلها إلى الشمس ، فأشعتها الدافئة تبخر مياه البحار والمحيطات ، فيرتفع البخار ، ويتحرك فوق اليابسة بفعل الرياح المتولدة أيضاً من حرارة الشمس ، ثم يتكثف ويسقط مطراً غزيراً ، فتمتلئ الأنهار ،وتجري فيها المياه ، وتنمو الحياة على جوانبها ، قال تعالى : « وجعلنا من الماء كل شئ حى » . ولا يفوتنا أن نبين أن الطاقة الهوائية ، التى تستخدم فى كثير من الأغراض فى البيئات الصحراوية ، تنشأ أيضاً بفعل أشعة الشمس ، التى تسخن سطح الأرض بدرجات متفاوتة فتسبب هبوب الرياح .

وبذا نجد أن الشمس هى مصدر جميع الطاقات ، التى عرفها

الإنسان ، وبدون إشعاعها تستحيل الحياة على الأرض ، ومن ثم أصبح من الضرورى دراسة الشمس دراسة فلكية منتظمة لمعرفة ما يدور فيها ، ومدى تأثيره على الأرض ، والاستفادة من منابع طاقتها الإشعاعية الجبارة بشتى الوسائل .

والقدر الذى يصلنا من إشعاعها هذا محدود ، بل هو ضئيل إذا قورن بما يشع من سطحها الكبير : إذ أن هناك مقداراً كبيراً جداً، يفقد عبر الفضاء فى جميع الاتجاهات . وقد حاول « هرشل » و « بوليه » قياس الإشعاع الشمسي فى القرن الماضى ، كما قام « لانجلى » بعمل تجارب مفيدة فى هذا الصدد ولكن القياسات المضبوطة عرفت فى أوائل القرن الحالى ، وأغلبها أجريت فى معهد « ممسونين » للطبيعة الفلكية ، وفى مقدمة من ساهموا فى هذه الأرصاد، هو العالم «أبوت» الذى اخترع جهازاً لهذا الغرض، يعرف باسمه ، ويستخدم فى كثير من مراصد العالم ، وقد دلت القياسات العديدة ، التى أخذت على أن السنتميتر المربع خارج الغلاف الهوائي ، يستقبل فى الدقيقة من أشعة الشمس العمودية ما يقرب من سعرين ، والسعر هو : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية .

ومن المعلوم أن الأرض تعرض نصف سطحها للشمس فى أى وقت ، ومساحة هذا الجزء تبلغ ١٣٥ مليون كيلو متر مربع ، يستقبل من أشعة الشمس قدراً يكفى لرفع درجة حرارة ٣٧ ألف مليون طن من الماء ، من درجة التجمد إلى درجة الغليان فى دقيقة واحدة ، والأرض لاتحتفظ بالحرارة التى تصلها من الشمس ، بل يتشتت جزء منها فى غلافنا الجوي ، ويستخدم الإنسان والنبات جزءاً آخر وينعكس جزء كبير جداً من سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي ، فيحدث التوازن بين ماتأخذه الأرض وماتفقده ، وتظل حرارة كوكبنا ثابتة ومعقولة تكفل الحياة على سطحه ، أما إذا اختل هذا التوازن لسبب من الأسباب ، فقد يصبح سطح الأرض جحيما لايطاق ، وتتبخر البحار والمحيطات ، ويفنى كل كائن حى ، أو قد تصل درجة البرودة حداً كبيراً ، فتضمر الحياة على سطح الأرض ، وتذبل بشتى أنواعها .

ولأهمية الشمس ، وارتباط مصيرنا بمصيرها ، بدأ التفكير فى منبع طاقتها ، وفى العوامل التى تحفظ عليها حرارتها وضياءها وفى الطريق الذى تسلكه من بدايتها إلي نهايتها ، وقد كان انشغال العلماء بها عظيما ، فقد بدأ تفكيرهم منذ القدم ، وقادهم خيالهم إلى عدة فروض نذكرها لطرافتها .

ظن بعض الأقدمين ان الشمس تعطى طاقتها من احتراق مادتها ، تماما كما يحدث من احتراق الفحم على سطح الأرض ، فقد عرفنا كيف أمكن تقدير كتلة الشمس ، وكذلك قسنا كمية الحرارة التي تشع منها ، فإذا قارنا هذه الكمية من الحرارة ، بما يمكن أن تنتجه كتلة مماثلة من أجود أنواع الفحم ، لوجدنا أن الشمس يجب أن تفنى مادتها فى مدى ١٠٠٠ أو ٢٠٠٠ سنة ، وبما أن عمر الشمس أطول من هذا بكثير ، وأنها لا تزال على حالها من النشاط ، فنجد أن هذا الفرض خاطئ لا يقوى على النقد .

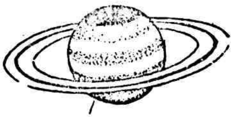
ثم جاء الفرض الثاني ، الذى يدل على أن الشمس بدأت حياتها مختزنة كمية عظيمة من الحرارة ، وكانت درجة حرارتها عالية جداً منذ البداية ، ثم بردت تدريجا حسب المعدل الحالي . وهذا الفرض كسابقه ، لم يعمر ، إذ لو صح لتبين أن الشمس لا تستطيع أن تستمر فى إرسال حرارتها أكثر من بضعة آلاف من السنين ، تنخفض بعدها إلى ما يقرب من الصفر المئوى ، وهو زمن وجيز جداً ، فضلا عن أن الحرارة ، التي كانت تستمدها الأرض منذ بضعة آلاف من السنين ، يجب أن تكون اضعاف ما هى عليه الآن ، وهذا لا يتفق مع القرائن المختلفة ،

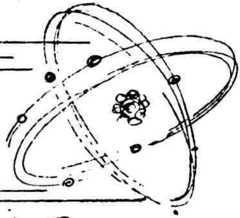
التى تدل على أن الشمس اليوم هى بعينها منذ ملايين السنين ، إذ أن أى تغير فى ضيائها يؤدى إلي انعدام الحياة علي الأرض .

وبعد ذلك بدأت النظريات الحديثة تتوالى وتتقدم ، وأولها كانت نظرية « ماير » الذى أوضح فيها أن حرارة الشمس ، تتولد من سقوط الشهب علي سطحها ، فالشهب كما نعرفها ، تسقط من أبعاد سحيقة في الفضاء ، وتبلغ سرعة الواحد منها عند اصطدامه بسطح الشمس ما يقرب من ٦٠٠ كيلو متر فى الثانية ، وتتحول طاقة حركته عند الاصطدام إلى حرارة ، ولكن الأرصاد والحسابات الدقيقة التى عملت تبين أن الحرارة المتولدة من سقوط الشهب ، لا تتعدى جزءاً صغيراً من طاقة الشمس ، وبذا سقطت هذه النظرية .

وفى أوائل القرن الماضى ، ظن « هلمهولتز » أن الطاقة الشمسية تتكون ، من انكماش جسمها ، نتيجة لجذب أجزائها الداخلية لأجزائها الخارجية . وقد قام « هلمهولتز » بحساب مقدار ما يجب أن يتناقصه قطر الشمس حتي تحتفظ بمعدل إشعاعها المشاهد ، فوجد أنه يبلغ ٩٠ متراً فى الثانية ، فإذا علمنا أن قطر الشمس يبلغ ١٣٩٠٩٠٠ كيلو متر ، وأنها تبعد عن الأرض بمقدار ١٤٩٫٥ مليون كيلو متر ، اتبين لنا أن

٩٠ متراً ، مقدار ضئيل جدا لا يمكن رصده بأى جهاز معروف لنا ، إلا بعد عدة قرون من الزمن ، بعد أن يترا كم النقص فى قطر الشمس ، ويصبح قدراً ملحوظاً . وقد بنيت هذه النظرية على فرض أن الشمس تكونت من سحابة كبيرة ، واخذت شكلها الكروى الذى نراه الآن بتاثير الجذب والانكماش ، ودلت الحسابات على أن الزمن اللازم لتأخذ الشمس شكلها الحالى يبلغ ٢٠ مليون سنة ، وهذه فترة صغيرة جداً إذا ما قورنت بعمر الأرض المستنتج من الدراسات الجيولوجية والمصادر الأخرى ، فعمر الأرض لا يقل عن ثلاثة آلاف مليون سنة ، ومن ثم نرى أن نظرية الانكماش بالرغم مما يبدو من صلاحيتها لتفسير الطاقة الشمسية ، إلا أنها تدل على أن عمر الشمس قصير ، وأنها سوف تفنى بعد بضعة ملايين من السنين .





الذرة والطاقة الشمسية

بعد أن استعرضنا النظريات الأولى عن الطاقة الشمسية ، وكيف فشلت جميعا فى تفسيرها ، وجد من الضرورى البحث عن حل يفسر ، كيف احتفظت الشمس بحرارتها منذ ملايين السنين ؟ وكيف تتولد هذه الطاقة العظيمة فيها ؟ وفى محاولتنا إيجاد هذا التفسير ، خلال نصف القرن الأخير ، تفتحت أمامنا آفاق واسعة فى العلوم الطبيعية وتطورت آراؤنا تطورا بعيد المدى عن خصائص المادة .

فى أواخر القرن الماضى وأوائل القرن الحالى ، حدث تقدم كبير فى العلوم الرياضية والطبيعية ، وانقلاب فى نظرتنا إلى أصل المادة ، ويرجع الفضل فى هذا التقدم إلى «رذرفورد» «وبيكريل» و «مدام كورى» و «بوهر» و «انشتين» وكثيرين غيرهم ، وقد تمخضت دراساتهم عن صورة ما للذرة ،

وعن كيفية تركيبها ، واستنباط الطاقة منها . ولتفهم ما يحدث داخل الشمس ، سنعطى صورة مبسطة جداً عن الذرة ، إذ أن موضوع هذا الكتاب لا يتسع للحديث عنها .

دلت الدراسات على أن الذرة فى أبسط صورها تتكون من نواة موجبة التكهرب ، يدور حولها كهرب سالب يسمي الالكترون ، هذا فى ذرة « الأيدروچين » ، أما ذرة « الهليوم » ، التى تلى « الأيدروچين » فى ترتيب العناصر ، فهى تتكون من نواة ومن كهربين ، يدوران حولها في مدار ، والعنصر الثالث « الليثيوم » يتكون من نواة وثلاث كهارب ، اثنتان منها يتحركان فى المدار الأول ، بينما الكهرب الثالث يلف حول النواة فى المدار الثانى ، وهكذا تتتابع العناصر بإضافة كهرب إلى الذرة فى كل مرة ، وتحاط النواة بمدارات محدودة ، تتحرك فيها الكهارب حول النواة ، وكل مدار يمكنه أن يستوعب عددا محددا من الكهارب ، لا يمكن أن يتعداه .

هذه هى النظرية التى أمكن على ضوئها تفسير كثير من الظواهر الطبيعية والكيماوية للعناصر ، ومن الطريف أن هذه الصورة للذرة تشبه حركة الكواكب حول الشمس ، فالنواة تمثل الشمس والكهارب تمثل الكواكب .

وقد افترض « بوهر » فى نظريته عن الذرة ، أن الكهارب تتحرك فى مدارات دائرية حول النواة ، بسرعة كافية ، لأن تتعادل قوة التجاذب بين الكهرب والنواة مع القوة الطاردة المركزية ، الناتجة عن حركة الكهرب . وقدعدل « سمرفيلد » هذه النظرية فيما بعد ، مفترضا أشكالا بيضية لمدارات الكهارب ، وقد فرض « بوهر » أيضا أن الكهرب إذا قفز من مدار إلى مدار آخر ، انبعثت من الذرة طاقة تعادل الفرق بين طاقتي الكهرب فى المدارين ، وتظهر تلك الطاقة على هيئة أشعة ضوئية ذات طول موجى محدد ، يسمى بالخط الطيفى ، ولكل ذرة مجموعة من الخطوط الطيفية تميزها عن غيرها من الذرات ، وتنتج من تنقلات كهاربها بين مداراتها المختلفة ، وتستخدم هذه الخاصية في الكشف عن العناصر ، سواء فى معاملنا الأرضية ، أو معاملنا الكونية .

ولكل خط طيفى شدة ، تتوقف على عدد الذرات التى تنتج هذا الخط ، وعلى الظروف الطبيعية ، التى تتواجد فيها الذرات ، كما تتوقف أيضا على بعض الثوابت الذرية ، وبقياس شدة الخطوط الطيفية للذرات المختلفة فى معاملنا ، وهى تحت ظروف معلومة ، يمكننا دراسة جو الشمس والنجوم والسدم ،

واستنتاج درجة حرارتها ، وضغط الغازات فيها ، وظروفها الطبيعية المختلفة .

وهناك عدد كبير من الخطوط الطيفية لا يمكننا قياس شدتها في معاملنا الأرضية ، ولذا نلجأ إلى دراسة النجوم لتمدنا بقيمها ، إذ أن معرفة شدة الخطوط الطيفية ، تساعدنا على تعيين نسبة العناصر المختلفة في الخامات التي نكشفها في مناجمنا .

وقد ينفصل الكهرب من الذرة ، فتنقسم إلى جزأين : أحدهما موجب التكهرب ، ويسمى « أيون » ، والآخر سالب التكهرب وهو الالكترون ، والحرارة الشديدة من ضمن العوامل التي تساعد على هذا الانقسام ، ففي باطن الشمس حيث الحرارة عالية جداً ، نجد أن ذرة مثل الحديد قد انفصلت منها كهاربها الستة والعشرون بتأثير الحرارة .

وتعمل في داخل الذرة قوى مجمعة ، تجمع عدداً من الجسيمات المختلفة التي تتكون منها النواة ، وأهم هذه الجسيمات « البرتون » ، وهو أثقل من الكهرب بمقدار ١٨٣٩ مرة ، ويحمل شحنة موجبة تساوى في مقدارها شحنة الكهرب السالب ، ويوجد بالنواة أيضا جسيم آخر يسمي « النيترون » وهو مساو تماما « للبروتون » إلا أنه لا يحمل

شحنة على الإطلاق ، وتدل التجارب على ان النواة بجانب هدين الجسيمين تحوى جسيمات أخرى ، مثل « النيوترينو » « والبوزترينو » وغيرهما .

ويتعين وزن الذرة من وزن « النيوترونات » « والبروتونات » التى تحويها ، أما العدد الذرى فهو عدد الكهارب التى تدور فى أفلاكها حول النواة ،. وقد بينت التجارب أن لكل عنصر عدداً من الذرات تحوى نفس العدد من الكهارب ، ولكنها تختلف فى أوزانها الذرية ، فعنصر مثل الكربون له ذرة ، وزنها الذرى ١٢ ، وأخرى وزنها ١٣ ، وثالثة وزنها ١٤ ، ورابعة وزنها ١٥ ، والرقم الذري لكل منها ٦ وتسمى ذرات العنصر التى تختلف فى الوزن ، وتتحد فى العدد الذرى بالنظائر أو المهاكنات ، فعنصر الكربون له أربعة نظائر ، ويختلف عدد النظائر من عنصر إلى آخر .

وذرات بعض العناصر لا تعرف الاستقرار ، إذ تتهشم ويتناثر بعض أجزائها ، وتسمي هذه الظاهرة بالنشاط الإشعاعى ، وينبعث من ذرات هذه العناصر إشعاعات « ألفا » « وبيتا » « وجاما » . وأشعة « ألفا » تتكون من جسيمات ، يبلغ وزن الواحدة منها أربع مرات قدر وزن ذرة

« الإيدروچين » وتحمل كهرباء موجبة . أما جسيمات « بيتا » فهي أخف من جسيمات أشعة « ألفا » وتشبه الكهارب في وزنها وكهربتها وتختلف عنها في سرعتها . أما أشعة « جاما » فهي تختلف عن شقيقتيها ، إذ تشبه الضوء في خواصه ، إلا أن موجاتها قصيرة جداً ، ولها قدرة على اختراق المعادن بنسب مختلفة .

وقد أصبح واضحا ، أن ذرات العناصر المستقرة ، التي ليس لها نشاط إشعاعي تكتسب خاصية الإشعاع إذا ما تعرضت لنشاط خاص ، فذرة مثل « الألومنيوم » إذا تعرضت لأشعة « ألفا » فإنها تتحول إلى ذرة مشعة ، ويتناقص الإشعاع الصادر منها تدريجا ، إلى أن تتحول إلى ذرة فوسفور .

والذرات غير المستقرة ، والذرات المشعة اصطناعيا بقذفها بجسيمات « ألفا » ينبعث من داخلها جسيمات مختلفة ، ينتج عنها طاقة هائلة ، لأن جزءاً من مادة الذرة ، غير المستقرة ، يتحول إلى طاقة ، وأول من قدم للعالم جوابا صحيحا ، عن مقدار الطاقة الناتجة من تحول المادة هو « انشتين » صاحب النظرية النسبية ، وقد بين أن الطاقة المنبعثة من جرام من المادة ، تعادل كمية الحرارة المستمدة من ٢٧٠٠ طن من الكربون .

وقد أمكن بفضل هذه النظريات ، حل اللغز الذى ظل حبيسا أجيالا عديدة ، عن أصل طاقة الشمس ، فقد أصبح واضحا أن الطاقة الشمسية ، تنتج من التفاعلات النووية ، التى تحدث فى أعماق الشمس ، والراى المرجح أن الطاقة تتولد فى الشمس ، من تكوين ذرات أثقل من ذرات أخف ، وهناك افتراضان رئيسيان لهذا ، أحدهما أن الطاقة تتولد خلال عملية تكوين ذرة واحدة من الهليوم ، من اربع ذرات من « الإيدروچين » بطريقة مباشرة . فمن المعروف أن الوزن الذرى «للإيدروچين» هو ١,٠٠٧٦ ، « وللهليوم » ٤ ، فالفرق بين وزنى أربع ذرات « إيدروچين » وذرة « هليوم » ومقداره ٠,٠٣٠٤ يتحول إلي طاقة إشعاعية حسب قانون « انشتين » .

وقد بحث (بيث) الاحتمالات المختلفة لتكوين هذه الطاقة ، ووجد أنها تتكون بأحد التفاعلين النوويين الآتيين :

الأول : تكوين « الهليوم » من « الإيدروچين » مباشرة .

والثانى : تكوين « الهليوم » من « الإيدروچين » أثناء دورة كربونية .

ففى الحالة الأولى تتحد نواتان من « الإيدروجين »

لتكوين « ديترون » واحد (هيدروچين ثقيل) . وقد وجد ان احتمال حدوث هذا التفاعل عند مركز الشمس ، وتكوين الطاقة بهذه الوساطة قليل ؛ لأنه يحتاج إلى درجة حرارة أعلى مما هو مقدر لحرارة مركز الشمس الذى يبلغ ٢٠ مليون درجة . ولكن بفرض تكوين « الديترون » بهذه الكيفية فإنه سرعان ما يأسر « برتون » ويكون « هليوم » مما كن وزنه الذرى ٣ ، والذى لا يلبث أن يكون « الهليوم » العادي بوسائل مختلفة ، مع وجود عناصر خفيفة « كاللثيوم والبريوم » . أما تكوين « الهليوم » من « الإيدروجين » وبالتبعية الطاقة الشمسية من الدورة الكربونية ، فأكثر احتمالا حيث درجة الحرارة عند مركز الشمس المقدرة تكفى لذلك ، فالكربون الذى وزنه الذرى ١٢ عند قذفه « ببروتون » واحد يصبح « نتروجين » ١٣ مشع لأشعة جاما ، وهذا بدوره يتحول إلى كربون ١٣ ، ويخرج الكترون موجب ، وباتحاد هذا مع « الأيدروجين » مرة أخرى يتكون « نيتروجين » عادى ، وزنه الذري ١٤ وإشعاع ، ويقذف هذا « النيتروچين » « ببروتون » آخر فيشع الطاقة ، ويصبح أكسجين مشع ، وزنه الذرى ١٥ ، ومن المعروف أن الأخير

لا يكون في حالة من الاتزان ، فيتحول إلى « نيتروچين » وزنه الذرى ١٥ ، ويصدر كهرب موجب ، وعند قذف هذا « النيتروچين » الثقيل « برتون » ، ينقسم إلى جسيم « الفا » والكربون الأصلي ، ذو الوزن الذرى ١٢ وتتم الدورة ، ونجد أنه قد تحول أربع نووى من « الإيدروچين » إلى نواة واحدة من « الهليوم » ويظهر ثانية « الكربون » الأصلى ، فالكربون فى هذه العملية يعتبر عاملا مساعداً ، وتكرر استغلاله مراراً فى تحويل « الإيدروچين » إلى « هليوم » .

وعلى أساس هذه الفروض نجد أن ما يتحول من مادة الشمس إلى طاقة يقدر بحوالى ٤ ملايين طن فى الثانية ، وأن مقدار « الإيدروچين » الذى تحول إلى طاقة إشعاعية هو جزء يسير يقدر بـ ٠٫٨٪ .

وبفرض أن كمية « الهليوم » التي كانت موجودة أصلا طفيفة ، فإن ما يوجد منها الآن ويقدر بنحو ٢ ٪ من كتلة الشمس ، يعادل ما يكون بمثل هذه العمليات منذ الأزل ، وان ما بها من « الإيدروچين » يكفي لتكوين الطاقة الإشعاعية ردحا طويلا من الزمن .



الانفجارات الشمسية وأثرها على الحياة

كثيرا ما تطالعنا الصحف ، عن تعطل الاتصالات اللاسلكية على الموجة القصيرة ، نتيجة لحدوث انفجارات فى الشمس ، فالذى ينظر إلى قرص الشمس المكبر ، بوساطة « التلسكوب » يرى بين آن وآخر بقعا سوداء ، محاطة بحلقة من الظل ، تعرف بالكلف الشمسى . ومن الأرصاد العديدة التى أخذت خلال الثلاثة القرون الماضية ، تبين أن الكلفة تتحرك على سطح الشمس ، من حافتها الشرقية إلى حافتها الغربية نتيجة لدوران الشمس ذاتها حول محورها مرة كل ٢٦ يوما ، كما تحتفظ كل كلفة بحركة ذاتية على سطح الشمس ، مقتربة نحو الخط الاستوائى الشمسى ، وهو خط يعبر سطح الشمس من حافتها الشرقية إلى حافتها الغربية عموديا على محور دورانها .

وتبدأ الكلفة صغيرة في مستهل حياتها ثم تزداد مساحتها حتى تبلغ اوج عظمتها ، فى فترة تصل إلى عشرة أيام فى كثير من الأحيان ، وغالبا ما يوجد الكلف فى مجموعات ، تتكون من كلفتين كبيرتين ، تسمى الكلفة الأمامية ، التي تتقدم المجموعة فى سيرها من الحافة الشرقية إلى الحافة الغربية للشمس بالكلفة المتقدمة ، بينما تسمى الأخرى بالكلفة التابعة ، ويصحب كل مجموعة عدد كبير من البقع الصغيرة ، وعندما تضمحل المجموعة تبدأ البقع الصغيرة فى الاختفاء أولا ، ثم يليها الكلفة التابعة ، بينما تظل الكلفة المتقدمة إلى فترة أطول تبلغ أربعة اضعاف عمر الكلفة التابعة ، ويتراوح عمر الكلف بين بضع ساعات وعدة شهور . ومنذ عام ١٨٧٤ ظهر على سطح الشمس ست بقع شمسية كبيرة ، يتراوح مساحتها بين ١٠٠٠٠ مليون و ٢٠٠٠٠ مليون كيلو متر مربع . فإذا أدركنا أن مساحة نصف سطح الكرة الأرضية ، يبلغ ١٣٥ مليون كيلو متر مربع ، تبين لنا أن الكلفة الكبيرة يمكنها ان تبتلع عشرة أمثال الأرض وما عليها .

ومن دراسة الأرصاد العديدة ، التي تراكمت على مر السنين ، تبين أن مساحة الكلف وعدده يزداد وينقص ، فى دورة زمنية تبلغ حوالى إحدى عشرة سنة ، إذ يندر وجود الكلف

فى بعض الأحيان ، ثم يبدأ ظهوره ويزداد عدده تدريجيا ، حتى يبلغ أقصاه بعد خمس سنوات ونصف سنة ، ثم يتناقص بعد ذلك حتى يندر أو ينعدم بعد خمس سنوات ونصف سنة أخرى.

وتبلغ درجة حرارة الكلف ٤٢٠٠° م ، وهى أقل من درجة حرارة سطح الشمس ، التي تبلغ ٥٧٠٠° م ، وبذا يعتبر الكلف أداة لتبريد المنطقة التي تقع فيها ، إذ تنخفض درجة حرارته ما يزيد على ١٠٠٠° م .

وفى عام ١٨٥٩ م شاهد « كرنجتون » على سطح الشمس بجوار مجموعة كبيرة من الكلف رقعتين صغيرتين جداً لامعتين، زاد لمعانهما بسرعة ، ثم تضاءل بالسرعة نفسها إلي أن اختفى ، وقد سميت هذه المناطق اللامعة ، التي تظهر على الشمس بين الحين والآخر بالزغب أو البريق الشمسى . وقد توالت الأرصاد وتعددت منذ ذلك التاريخ ، وتبين أن الزغب الشمسى يحدث دائما بجوار البقع الشمسية الكبيرة عند بدء تكوينها . ويستمر فترة تتراوح بين دقائق قليلة وثلاث ساعات ، وتبلغ مساحتها فى المتوسط ٣٠٠ مليون كيلومتر مربع ، وتصل فى بعض الأحيان إلى ٣٦٠٠ مليون كيلو متر مربع .

وينبعث من الزغب الشمسى إشعاعات مختلفة ، بعضها

على هيئة أمواج ، والبعض الآخر على شكل جسيمات مشحونة بالكهرباء ، وتنطلق الأشعة الموجية من سطح الشمس بسرعة الضوء فتصل إلي الأرض فى زمن قدره ٨½ دقيقة ، بينما تأخذ الجسيمات سرعة أقل ، فتصل بعد فترة تتراوح بين ٣٠ و ٤٠ ساعة .

ويمكن تقسيم الأشعة الموجية إلى : أشعة فوق بنفسجية ، ذات طول موجى قصير ، وأشعة مرئية ، ثم أشعة لاسلكية ، يتراوح أطول أمواجها من بضعة ملليمترات إلي عدة أمتار ، ولكى نتفهم الآثار التي تحدثها تلك الأشعة على الأرض ، يجدر بنا أن نعطى فكرة مبسطة عن الغلاف الجوى ، وانتقال الأمواج اللاسلكية فيه .

ففى أواخر عام ١٩٠١ ، نجح « ماركونى » فى إرسال واستقبال إشارات لاسلكية عبر الأطلنطى ، وقد دل هذا النجاح على أن الأمواج اللاسلكية يمكنها أن تنثنى حول الأرض ، مما يجعل من المستطاع الاتصال بين بقاع الأرض المختلفة ، وقد كان الرأى السائد أن الأمواج اللاسلكية ، من نفس طبيعة الضوء ، الذى يسير في خطوط مستقيمة ، ومن ثم لا ينتظر أن تنثنى تلك الأمواج ، ولكن بعد ستة أشهر

اوضح « أوليفر هفرصايد » باقتراحه المشهور أن جو الأرض العلوى يحوي طبقة موصلة للكهرباء ، تمنع لأمواج اللاسلكية من السير عبر الفضاء الخارجى ، وأن تلك الطبقة هى التى تعكس الأمواج اللاسلكية ، وتجعلها تسير فى مسار منحن من مكان إلى مكان .

ويمكن تقسيم الأمواج اللاسلكية التى نستخدمها فى إذاعاتنا طبقا لأطوالها الموجية إلى ثلاثة أقسام . أمواج قصيرة ، يتراوح طول موجتها من ١٠ إلى ٢٠٠ متر ، وأمواج متوسطة ، تتراوح من ٢٠٠ إلى ٦٠٠ متر ، أما النوع الثالث فهى الأمواج الطويلة ، وتتغير أمواجها من ٦٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ متر .

ومن المعتقد الآن أن الغلاف الجوى يشتمل على ثلاث طبقات ، أقربها إلى الأرض طبقة « د » ، وتبعد عنها حوالى ٦٠ كيلو مترا ، ويبلغ سمكها ٣٠ كيلو مترا ، وكثافة الكهارب فيها تتراوح بين ١٠٠ و ١٠٠٠٠ كهرب لكل سنتيمتر مكعب ، ويمكن للأمواج القصيرة والمتوسطة أن تخترق تلك الطبقة ، أما الأمواج الطويلة فهى تنعكس من سطح تلك الطبقة ، تماما كما ينعكس الضوء العادى من الأسطح اللامعة ، والطبقة التي تلى طبقة « د » هى طبقة « ى » ، وتقع علي ارتفاع ١٢٠ كيلو متراً

ويزيد فيها كثافة الكهارب بما يقرب من خمس عشرة مرة ، قدر الكثافة فى طبقة « د » ، ولا يمكن للأمواج اللاسلكية المتوسطة أن تخترق تلك الطبقة ، بل تنعكس على سطحها ، أما الطبقة الثالثة طبقة « ف » فتنقسم إلى طبقتين ، تقع الأولى ف١ على ارتفاع ٢٢٠ كيلو متراً من سطح الأرض ، ويحتوى السنتيمتر المكعب منها على كهارب ، تبلغ ٢٥ مرة قدر ما يحويه السنتيمتر المكعب من طبقة « د » ، والطبقة الثانية ف٢ تقع على بعد ٣٥٠ كيلو متراً من سطح الأرض ، ويحتوى السنتيمتر المكعب منها على مليون كهرب .

ومن المعروف أن تلك الطبقات لا يوجد بينها حدود فاصلة ، بل تتداخل فى بعضها ، وقد حظيت تلك الطبقات بدراسات كثيرة ، إذ هى المسئولة عن الاتصال اللاسلكى بين مختلف بقاع الأرض.

والآن نعود لتاثير الزغب الشمسى على الغلاف الجوى، للأرض ، فنجد أن الأشعة فوق البنفسجية تزيد من تأين طبقات الجو ، فتولد فيها تيارات كهربائية ، يصحبها مجالات مغناطيسية متغيرة ، تحدث بدورها عواصف فى مجال الأرض المغناطيسى وكثيرا ما تسبب تلك العواصف اضطرابا فى الدوائر

الكهربائية التليفونية والتلغرافية ، وينشا عنها ما يعرف بالشفق القطبي الذى يرى فى المناطق القطبية .

وعندما تكثر « الأيونات » فى طبقة « د » ، تزداد قدرتها على امتصاص الأمواج اللاسلكية القصيرة ، التى كانت تخترق تلك الطبقة فى الظروف العادية ، وتنعكس من طبقة « ف » ، ومن ثم يتعذر الاستماع لإذاعة المحطات البعيدة ، التى تذيع على أمواج لاسلكية قصيرة . وتستمر صعوبة الاستقبال إلى فترات تصل فى بعض الأحيان ٢٫٥ دقيقة ، وتختلف تلك الفترة تبعاً لاختلاف موقع الشمس فى السماء ، والبلاد التي تواجهها عند ظهور الزغب على سطحها .

كما أن زيادة تاين طبقة « د » من شانه انخفاض تلك الطبقة ، بما يقرب من ١٥ كيلومتراً ، فتزداد قدرتها على عكس الأمواج الطويلة ، التى يبلغ طولها الموجى ١٠٠٠٠ متر ، ويلاحظ أن المحطات التى تذيع علي هذه الأمواج الطويلة تزداد إذاعتها وضوحا وقوة .

ومن المعروف ان الأرض يصلها أمواج لاسلكية قصيرة الطول من الفضاء الخارجى ، يرجع مصدرها إلي أغلفة النجوم النشيطة وإلي الوسط النجومى ، ويمكن استقبال هـذه الأمواج

وتسجيلها بوساطة « التلسكوبات » اللاسلكية ، التى تستخدم هوائى كبير ، وقد شوهد أن هذه الأمواج يتعذر استقبالها عند حدوث زوابع شمسية ، وقد استخدمت هذه الظاهرة فى الكشف عن الزغب الشمسى .

هذا عن تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الأمواج اللاسلكية التى يرسلها الإنسان من مكان إلى مكان على سطح الأرض ، وقد أوردنا أن الزغب الشمسى يصدر بجانب الأشعة فوق البنفسجية أمواجا لاسلكية ، ويمكن اعتبار الزغب فى هذا الصدد محطة إرسال ، تبعث فى الفضاء أمواجا لاسلكية تنتقل بسرعة الضوء ، ويصل إلى ارضنا جزء منها ، فتحدث شوشرة عامة في أجهزة الراديو فيتعذر سماع المحطات ، التي تذيع على أمواج مماثلة للتى يصدرها الزغب .

ونعود الآن إلى الجسيمات المشحونة التي تنطلق ، وتصلنا بعد حوالى ٣٠ ساعة من رؤية الزغب على سطح الشمس . وتتكون الجسيمات من ذرات متأينة وكهارب ، والأيونات هى غالبا من ذرات «الايدروجين» و«الهليوم» و«المغنسيوم» التي فقدت كهاربها ، والتى توجد بوفرة فى جو الشمس ، وعند وصول هذه الجسيمات إلى جو الأرض تحدث تيارات كهربائية

فى طبقات الجو العليا ، ينتج عنها مجالات مغناطيسية قوية تؤثر مباشرة على المغناطيسة الأرضية وتحدث عاصفة مغناطيسية تستمر فترة طويلة ، ومن المشاهد أن تلك العاصفة أقوى بكثير من العاصفة التى تحدث من تأين الأشعة فوق البنفسجية لطبقات الجو العليا .

ومن الملاحظ أن الأشعة فوق البنفسجية ، والأمواج اللاسلكية تصل دائما إلى الأرض عند حدوث الزغب ، ولكن في بعض الحالات لا تحدث العواصف المغناطيسية القوية ، نتيجة لعدم دخول الجسيمات المشحونة جو الأرض ، ومن الدراسات الإحصائية تبين أن العواصف المغناطيسية ، تحدث غالبا إذا ظهر الزغب الشمسى الكبير قرب مركز الشمس ، مما يدل على أن انبعاث الجسيمات يجب أن يكون فى اتجاه عمودى علي سطح الشمس ، أما إذا ظهر الزغب قرب الحافة الشمسية ، فيندر ان تصل إلينا الدقائق المشحونة . ومن المشاهد ان نصف الكرة الأرضية المواجه للشمس هو الذى يتاثر بالزغب الشمسى وقت حدوثه .

ويجب التنويه هنا بأن كل عاصفة مغناطيسية ليس من الضرورى أن يعود أصلها إلى ظهور الزغب على سطح

الشمس ، فكثير من العواصف المغناطيسية الضعيفة تميل دائماً للحدوث كل ٢٧ يوما ، وهى دورة الشمس حول محورها ، وهذا يدل على ان هناك ، مناطق تشبه النافورة فى الشمس ، تبعث بجسيمات مشحونة باستمرار ، ولكن بدرجة أقل كثيرا مما ينبعث من الزغب .

والآن هل يظهر الزغب فى النجوم كما يظهر على الشمس ؟ من المنطقى أن تكون الإجابة على هذا السؤال بالإيجاب فوراً وبلا تردد إذا اعتبرنا أن النجوم شموس ، وأن الشمس نجم ، ولو أننا قد لانستطيع أن نرى هذا الزغب علي سطوح النجوم ، كما نراه على سطح الشمس ، ذلك لأن النجوم كما تبدو لنا حتى بأكبر المناظير ، ليست لها سطوح لبعدها السحيق فى أعماق الفضاء ، ومع ذلك فيمكننا أن نستنبط أيضاً الجواب بطرق أخرى ، فمن المعروف منذ مدة طويلة أن هناك نجوما عديدة متغيرة من حيث الضوء الذى تبعثه إلينا ، فبعضها يتغير دوريا فى فترات قصيرة ، تستغرق عدة دقائق ، . بينما البعض الآخر يتغير فى فترات طويلة ، وهذا يدل أن هذه النجوم ذات دورة زمنية في نشاطها وفى إشعاعها ، نتيجة لظهور زغب مماثل علي سطوحها فى دورات زمنية مماثلة ..

اكتشاف الهليوم

يحيط بالشمس غلاف خارجي ، يمتد آلاف الأميال من السطح ولا يمكن دراسته دراسة مجدية إلا أثناء الكسوف الكلي للشمس ، الذى يستغرق فترة صغيرة جداً ، تبلغ فى معظم الحالات ثلاث دقائق ، ويستغل الفلكيون هذه الظاهرة ، التى تتيح لهم دراسة الشمس ، فيستعدون بأجهزتهم المتنوعة ، لأخذ الأرصاد خلال هذه الفترة القصيرة ، ثم ينكبون على دراستها بعد ذلك . ومن الكسوفات الخالدة في سجل الكشوف العلمية ، ذلك الكسوف الذى حدث فى الهند ، فى ١٨ أغسطس عام ١٨٦٨ ، وقد استعد له الفلكيون ، ونصبوا مناظيرهم ، وكانت تحوى لأول مرة أجهزة خاصة لدراسة طيف الشمس ، وما إن أقبلت اللحظة الرهيبة ، وبلغ الكسوف كليته ، ونظر الفلكيون فى اجهزتهم ، حتى بهرهم طيف الغلاف الشمسى ، وميزوا فيه خطا أصفر ، ظنوه لأول وهلة الخط اللامع فى طيف الصوديوم ، ذلك العنصر الهام الذى يدخل فى تركيب ملح الطعام .

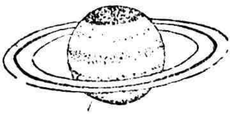
وقد عكف الفلكيون بعد ذلك على دراسة الشمس بوساطة المطياف ، فأقاموا مرصداً صغيراً فى مدينة سنمالا ، التى تقع على ارتفاع كبير فوق جبال الهملايا ، حيث الجو صاف وصالح لمثل هذه الأرصاد ، وبعد دراسة دامت عدة شهور ، تأكد جانسين ان الخط الأصفر ، الذى شوهد اثناء الكسوف يختلف عن الخط الطيفي للصوديوم ، ولم يتمكن أحد من نسبته إلى أى من العناصر المعروفة وقتئذ ، ولذا افترض « لوكير » نسبته إلى عنصر جديد ، اسماه « هليوم » ، وهى كلمة يونانية معناها عنصر الشمس .

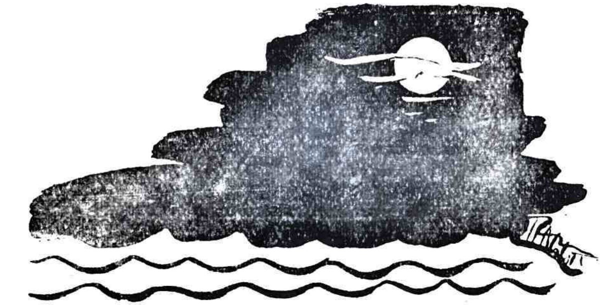
ومنذ ذلك الوقت ، بدا البحث عن هذا العنصر فى الأرض ، ولكن الدراسات استمرت سبعة وعشرين عاما ، دون أن تصل إلى نتيجة ، وكان كشفه بطريق الصدفة البحتة ، ففى مارس عام ١٨٩٥ ، عندما كان العالم البريطانى « وليم رمزى » يجرى بعض تجاربه على معدن « اليورانيت » شاهد نفس الخط الأصفر فى طيف غاز خامل ، يتصاعد من ذلك العنصر ، وبذا تمكن رمزى من تحضير هذا الغاز فى المعمل لأول مرة .

« والهليوم » الذى اكتشفه الفلكيون علي سطح الشمس ، قبل ان يعرف على سطح الأرض ، هو غاز خامل له أهمية

كبرى ، إذ يلي « الأيدروجين » فى الترتيب الدورى للعناصر ، ويستخدم فى ملء البالونات ، لخفته ، وعدم قابليته للاشتعال ، كما يستخدم أيضاً فى صناعة الثلاجات الكهربائية للحصول علي درجات حرارة منخفضة ، وتملأ به المصابيح الكهربائية المتوهجة .

ولم يكن « الهليوم » هو العنصر الوحيد ، الذى درس طيفه لأول مرة فى الشمس ، بل هناك عناصر عديدة فى درجات مختلفة من التاين ، لا يمكن تحضيرها فى معاملنا ، ولكن توجد بوفرة في جو الشمس والنجوم والسدم ، حيث الظروف الطبيعية من حرارة وضغط وكثافة ملائمة لتكوين هذه « الأيونات » وبذا نرى أن النجوم لم تعد لآلىء ، منتثرة على سطح القبة السماوية فحسب ، بل معامل مثالية لدراسة طبيعة عناصر المادة ، والاستفادة منها فى حياتنا .





المد والجزر

منذ أقدم العصور أن مياه المحيطات والبحار تطغى على الشواطيء ، وتدمر السفن فى الموانيء ، ثم تنحسر ثانية فيتعذر أو يستحيل دخول السفن إلى الموانىء ، هذه الظاهرة هى المعروفة بالمد والجزر ، وهى ظاهرة لها أهمية كبرى فى الملاحة ، فهى التى تتحكم فى دخول البواخر وخروجها من الموانىء ، وتؤثر بصور مختلفة على حياة من يعيشون بالمدن الساحلية.

ولأهمية هذه الظاهرة على حياة الإنسان أثارت اهتمامه منذ القدم ، فقام بعمل إحصائية للأوقات التي يحدث فيها المد والجزر ، وتبين أنه فى اليوم الواحد يحدث مدان وجزران فى المكان الواحد ، وأن الفترة التى تمضى بين مدين متتالين

هى ١٢ ساعة و ١٥ دقيقة ، وهى تعادل نصف الفترة التى يأخذها القمر ليتم دورة كاملة حول الأرض . ومن ثم تبين أن المد والجزر يرجع أساسه إلى القمر ذاته ، وقد أمكن تعليل هذه الظاهرة تعليلا صحيحا بعد اكتشاف « نيوتن » لقانون الجذب العام ، فقد عزاها العلماء إلي اختلاف قوتى التجاذب بين كل من الشمس والقمر على اليابسة والماء ، وتاثير الشمس أصغر من تاثير القمر بالرغم من كبر كتلتها ، وذلك لبعدها الشاسع عن الأرض ، وتضاف قوة جذب الشمس إلى قوة جذب القمر عندما يكون بدراً أو محاقا ، ويصبح المد عاليا حينئذ ، أما المد المنخفض فيحدث فى التربيع الأول والأخير .

وعلى اساس نظرية «نيوتن» استطاع العلماء أن يقدروا بالدقة أوقات هذه الظاهرة مداً وجزراً ، لتسهيل سبل الملاحة إحدى الدعائم الأساسية للحضارة ، وتعد لهذا الغرض جداول تحدد الأوقات ، التي يطغي فيها الماء على اليابسة ، أو ينحسر عنها فى الموانيء المختلفة ،وعلى هديها تنظم شئون دخول وخروج السفن فيها .

ويتراوح ارتفاع المياه فى المد بين متر وخمسة عشر متراً ، وتبذل الآن محاولات عدة للانتفاع من ظاهرة المد والجزر فى توليد الطاقة الكهربائية ، واستخدامها تجاريا ، وسوف تظهر آثارها فى المستقبل القريب .

هذا من الناحية التطبيقية ، واتصال معارفنا الفلكية بشئون الحياة ، أما من الناحية العلمية ، فقد تبين أن المد والجزر يصحبه تحرك المياه ، واندفاع تيارات مائية تحمل كميات كبيرة من المياه ، فتسبب قوى احتكاكية مع بعضها البعض ومع قاع البحر ، ويبدو لأول وهلة ان قوي الاحتكاك هذه بسيطة وتافهة ، ولكن أهميتها تظهر جليا بعد فترات كبيرة من الزمن ، إذ من شأنها أن تضعف من حركة الأرض حول محورها ، وبالتالى تطول تدريجا الفترة التى تلزم لدورانها حول نفسها ، وهى اليوم الذى يساوى ٢٤ ساعة ، وقد قررت القوى الاحتكاكية هذه ، وتأثيرها على طول اليوم ، ووجد أن اليوم سيصل طولا إلى نحو ١١٢٨ ساعة بعد ٥٠٠٠٠ مليون سنة ، وستصبح الفترة التى يأخذها القمر ليتم دورة حول الأرض ، مساوية تماما للفترة التى تاخذها الأرض لتدور حول نفسها ، وسيكون من نتيجة ذلك أن القمر سيحتجب عن نصف سكان الأرض ، ويرى فقط للنصف الآخر .

وستستمر قوى الاحتكاك فى عملها ، فتبطىء سرعة دوران الأرض أكثر ، ويقترب القمر من الأرض تدريجا ، ويرى سكان العالم فى ذلك الوقت ، ان القمر يشرق من الغرب ،

ويغرب فى الشرق ، بينما الشمس والنجوم تشرق من المشرق وتغرب فى المغرب ، وسيستمر القمر فى اقترابه إلى ان يصبح على بعد ١٠٠٠٠ ميل من الأرض ، عند ذلك سينفجر ويتحول إلى أجسام صغيرة عديدة ، تدور حول الأرض في حلقة بديعة ، كالتى نشاهدها حول زحل .

غير ان « هولمبرج » يرى أن هناك عاملين يؤثران على الغلاف الهوائى ، فقد تبين له أن ثمة تذبذبات تحدث فى الغلاف الهوائى فى الاتجاه الرأسى ، يمكن الاستدلال عليها بوساطة « بارومتر » حساس ، وأن الاختلافات الطفيفة في الضغط تحدث مرتين يوميا ، احدهما قبل الظهر بساعتين ، والآخر قبل منتصف الليل بساعتين ، كما هو الحال بالنسبة إلى ظاهرة المد والجزر ، وأما العامل الثانى فهو قوة دفعية ، تؤثر بها الشمس علي الغلاف الهوائى ، ومن شأن هذين العاملين زيادة سرعة دوران الأرض حول محورها ، وبذا تتعادل قوة الاحتكاك ، الناجمة عن المد والجزر ، مع القوى المؤثرة علي الغلاف الهوائي ، ولهذا السبب لا ينتظر حدوث تغير فى طول اليوم ، ومما يقرر نظرية « هولمبورج » ان العاملين اللذين يؤثران على الغلاف الهوائي ، ينتجان من مصادر مختلفة ،

فبينما زمن الذبذبة يتوقف على درجة الحرارة ، وكثافة وتركيب الهواء الكيمائى ، نجد أن الزمن الذى يمضى بين دفعتين متتاليتين للغلاف الهوائى ، يتوقف علي معدل دوران الأرض حول نفسها ، وقد حدث التآلف بين الزمنين في عصرنا الحاضر .

وتقودنا نظرية « هولمبورج » إلى نتائج طريفة منها : ان الأرض تتحرك فى مدار حلزونى مقتربة من الشمس بدرجة صغيرة جدا ، وأن القمر يبتعد رويدا رويدا عن الأرض فى مدار حلزونى أيضاً ، ولكن اقتراب الأرض من الشمس طفيف جداً إذا ما قيس بابتعاد القمر عنا ، وسيؤدى فى النهاية إلي خروجه من نطاق جاذبيتها ، ودورانه فى مدار مستقل ، وبذا يشارك الكواكب الأخرى فى حركتها حول الشمس ، وعندئذ يفقد سكان الأرض الجو الساحرى الذى يضفيه القمر على الأرض ، أثناء الليالى القمرية ، كما سيفقد الفلكيون ظاهرة الكسوف الكلي للشمس ، التى تعتبر من اهم الدعائم فى دراسة جو الشمس الخارجي ، وفى تفهم طبيعة الجسيمات المنتشرة حول الشمس ، والتى تسبب رؤية الضوء البروجى .

الفلك والعلوم

يساهم الفلك مساهمة فعالة فى تقدم العلوم الرياضية والطبيعية. فالنجوم والكواكب والوسط النجومى ، لم تعد مجرد أسماء نطلقها على أجسام بعيدة ، تتلألأ فى السماء ، نراها بعيوننا ، أو خلال المناظير فتبهرنا بأشكالها البديعة فحسب ، بل هى معامل متعددة الصفات والخواص ، تجرى فى الفضاء بسرعات مختلفة ، فى حركة منتظمة تخضع لقوانين مضبوطة ، وقد أمكن استخدام الأجرام السماوية فى تحقيق كثير من النظريات العلمية التى كان من المتعذر الاستدلال على صحتها فى معاملنا الأرضية ، وأهم تلك النظريات نظرية الجذب العام « لنيوتن » فى القرن السابع عشر ، ونظرية النسبية « لانشتين » ، فى أوائل هذا القرن الذى نعيش فيه .

فالعلم يتقـدم بطريقتين : إما باكتشاف نظريات جديدة ، وإما بوضع قوانين تفسر الظواهر المعروفة ، وعندما يتوصل العالم إلى نظرية ، يبدأ بقية العلماء فى تطبيقها على جميع الظواهر المتصلة بها ، وعلى القوانين الموضوعة ، فإذا ثبتت النظرية أمام

هذه الاختبارات ، أصبحت نظرية معترفا بها علمياً ، ويجب أن تكون النظرية قريبة ما أمكن من الحقيقة ، ففي بعض الأحيان تكتشف نظريات تقودنا إلى قوانين خاطئة ، تسير بالعلم فى طرق معوجة ، ولايمضى وقت طويل حتي تظهر الضرورة إلى تغير تلك القوانين ، والمثال على ذلك واضح فى حركة الكواكب .

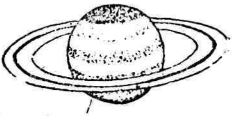
فقد كان معتقداً منذ اقدم العصور ، أن كلا من الكواكب السيارة يتحرك فى مدار دائرى ، حول نقطة مركزية ، وأن هذه النقطة تدور بانتظام فى محيط دائرة أخرى مركزها الأرض وقد بنيت هذه النظرية على اعتبار أن الأرض هى مركز الكون وقد ظل هـذا الاعتقاد سائداً إلى ان جاءت أرصاد « تيكوبراها » ، التي اثبتت ان مواقع المريخ المحسوبة تختلف عن الحقيقة بما يزيد على ثمانى دقائق قوسية ، ومن ثم أصبح من الضرورى تغير تلك النظرية ، وسقط الاعتقاد بمركزية الأرض ثم وضع « كبلر » قوانين استنتجها من الأرصاد لتفسر حركة الكواكب السيارة ، ومضت فترة من الزمن إلى أن جاء « نيوتن » ووضع قانون الجذب العام ، وقوانين الحركة ، وقد طبقت على حركة الكواكب ، فبينت انها تتحرك

فى مدارات بيضية ، تحتل الشمس إحدى بؤرتيها ، ويستمر الكوكب فى حركته فى نفس مداره ، الذى لا يتغير إلا قليلا نتيجة للاقلاقات أو الاضطرابات التى تحدثها بقية الكواكب فى حركته ، وقد امكن حساب مدارات هذه الأجسام بالتطبيق الرياضى لقانون الجاذبية ، وامكن معرفة مساراتها والتنبؤ بمواقعها واوقات شروقها وغروبها ، وكان لهذه النتائج آثارها فى دعم نظرية « نيوتن » .

وعلى مر السنين تراكمت الأرصاد العديدة عن مواقع الكواكب ، وما إن بدأ مقارنتها بالمواقع المستنتجة من نظرية « نيوتن » حتى بدا واضحاً أن عطارد اصغر الكواكب ، واقربها نحو الشمس ، يدور مستوى مساره بمعدل ٤٣ ثانية قوسية فى كل قرن من الزمن . كما ان الأرض ايضاً ثبت أن مدارها يدور ، ولكن بمقدار أقل ، وقد بذلت محاولات عدة لتفسير هذه الظاهرة ، على اساس نظرية « نيوتن » ، ولكن هذه المحاولات باءت بالفشل ، وظلت الحاجة ماسة إلي نظرية اخرى تفسر هذه الظاهرة .

وفى اوائل هذا القرن وضع « انشتين » نظريته النسبية ، وما إن طبقت علي حركة الكواكب حتى حلت اللغز الذى حير

المفكرين ردحاً من الزمن ، وفسرت حركة الكواكب عطارد وغيره من الكواكب ، وكان هذا اول اختبار وضع للنظرية النسبية ، وقد اجتازته بنجاح ، وكانت فى مسيس الحاجة إلى الدليل على صحتها ، وسنري فى الفصلين التاليين النتائج الأخرى لنظرية النسبية ، التى أمكن تحقيقها فلكياً .



انحراف الضوء

في مقدمة الأبحاث الفلكية ، التي تمت خلال هذا القرن ، تلك الأرصاد التاريخية ، لتحقيق نتيجة أخرى لنظرية « انشتين» خاصة بانحراف الضوء فى مجال جذب قوي ، فمن المعروف أن الضوء يسير فى خط مستقيم ، ويستدل على ذلك بالظل المحدد ، الذي نره لجسم موضوع فى طريق الضوء ، وقد وضعت نظريتان هامتان فى أصل الضوء ، الأولى « لينوتن» وتفترض أن الضوء عبارة عن دقائق متناهية الصغر ، تنطلق من المصدر الضوئى ، بينما النظرية الثانية تفسر ظواهر الضوء ، باعتباره أمواجا « كهرومغناطيسية » تنتقل بسرعة عظيمة في الفضاء ، تبلغ ٣٠٠ ألف كيلو متر فى الثانية .

وفي أوائل القرن التاسع عشر ، عندما كان الصراع على أشده بين تلك النظرتين ، قام « سولندر » فى عام ١٨٠١ بدراسة مسار الشعاع الضوئى ، عندما يمر بجوار كتلة كبيرة ، وقد استعان فى دراسته بنظرية الدقائق ، مستخدما قانون الجذب العام « لينوتن » وقد بين أن الشعاع الضوئى ، عند

مروره بجوار كتلة كبيرة مثـل الشمس ، ينحرف قليلا عن مساره المستقيم بما يقرب من ٨٧و٠ ثانية قوسية ، ولم تثر هذه النتيجة اهتمام العلماء فى ذلك الوقت ، إلي أن نشر « انشتين » نظريته النسبية ، الخاصة فى عام ١٩٠٥ تلك النظرية التي أثارت اهتمام العلماء بالآفاق البعيدة ، التي فتحتها في التفكير الطبيعى للاشياء ،والتى تتطلب اعتبار الطاقة و المادة وجهين لشىء واحد ، تربطهما علاقة بسيطة ، ولما كان للشعاع الضوئى طاقة يستمدها من الجسم المشع له ، فله إذن وزن ، وبذا فهو يخضع لقانون الجذب ، وينحنى عند مروره بجوار كتلة كبيرة مثل الشمس ، وقد قام « انشتين » بحساب مقدار الانحناء ، ووجد أنه يساوى ٨٧ و ٠ ثانية قوسية . ومن الطريف أن تلك القيمة تتفق تماما مع نتيجة « سولندر » برغم اختلاف الفروض التى بنيت عليها كل من النظريتين ، وبرغم ان « انشتين » قام بحسابه دون أن يدرى شيئا عن دراسات سولندر .

ولـكن ما إن أقبل عام ١٩١٦ حتى عمم « انشتين » فـكرته ، ونشر نظريته النسبية العامة ، وقام بحساب الانحراف فى الشعاع الضوئى ، على ضوء نظريته الجديدة ، ووجد أن

مقدار الانحراف يبلغ ١,٧٤ ثانية قوسية ، وهى ضعف القيمة التى استنتجت أولا .

وكان من الضرورى التأكد من هذه النتيجة ، لإثبات صحة نظرية « انشتين » ، وهنا ايضا نرى أن التجربة التى يمكن إجراؤها فى هذا الصدد ، يجب أن تكون فلكية بحتة ، إذ أن معاملنا الأرضية تعجز تماما عن القيام بمثل هذه التجارب .

فالتجربة التى يمكن أن تجرى هي رؤية النجوم ورصدها بجوار الشمس ، وحساب مواقعها ، وتعين اتجاه الأشعة التى تصلنا منها ، ثم مقارنة ذلك باتجاه الأشعة ، عندما تكون الشمس بعيدة عن منطقة تلك النجوم ، وهنا قد يتساءل المرء ، هل يمكن رؤية النجوم بجوار الشمس ؟ ، والإجابة علي هذا السؤال بسيطة جداً ، فالنجوم كما ذكرنا سابقا موجودة فى السماء نهاراً وليلا ، ولكن تشتت ضوء الشمس فى الغلاف الجوى للأرض ينير السماء بضوء قوى ، فيحول دون رؤية النجوم نهاراً ، فإذا أمكن تغطية قرص الشمس خارج الغلاف الجوى لانعدمت الأشعة المباشرة التى تصل إلى الأرض ، واظلمت السماء نسبيا ، وأمكن رؤية النجوم أثناء النهار ،

وهذا هو ما يحدث تماما أثناء الكسوف الكلى ، عندما يقع القمر بين الأرض والشمس .

وقد بذلت محاولات عديدة لأخذ صور للشمس والمنطقة المحيطة بها أثناء الكسوف ، وكانت أول محاولة فى عام ١٩١٢ ، ولكنها لم تلق نجاحا لسوء الأحوال الجوية أثناء الكسوف . وفى عام ١٩١٤ حالت الحرب العالمية الأولى دون تحقيق رغبة الفلكيين ، وفى عام ١٩١٨ اخذت اول صورة لكسوف الشمس ، وظهر علي اللوح الفوتوغرافى خمسون نجما ، وبالرغم من ذلك لم تكن النتائج التى أمكن استخراجها حاسمة ، لأن هذه الأرصاد وقياسها يحتاج إلى خبرة خاصة لم تكن قد اكتسبت بعد ، وبالرغم من الصعوبات التى قابلتها هذه التجربة لقلة فترات الكسوف ، وسوء الأحوال الجوية فى معظمها ، أمكن فى عام ١٩٢١ والأعوام التالية الحصول على نتائج مشجعة أضافت دليلا آخر على صحة نظرية « انشتين » .

احمرار الضوء

والدليل الثالث على صحة النظرية النسبية ، جاء أيضاً من الأرصاد الفلكية وهو كسابقه إحدى خصائص الضوء ، سنشرحه بإيجاز فيما يلى :

ولقد بينا فى الحديث عن الذرة أن الكهارب إذا انتقلت من مدار إلي مدار ، بفعل الحرارة الشديدة ، أو الوسائل الأخرى انبعث من الذرة إشعاع ذوطول موجي محدد، يسمى بالخط الطيفى ، والضوء المنبعث من الأجسام المشعة يتكون من عدد كبير من هذه الخطوط ، ذات الألوان المختلفة ، ولكن بعيوننا المجردة لا يمكننا أن نرى الخطوط منفصلة، بل نرى مجموعة من الألوان تبدأ على حسب أطوال موجاتها ، بالبنفسجي ، فالأزرق النيلى ، فالأزرق ، فالأخضر ، فالأصفر ، فالبرتقالى ، فالأحمر ، ويسمى هذا بالضوء المرئى ، ويقع على جانبيه أشعة أخرى كثيرة يمكننا أن ندرك وجودها بأجهزة مختلفة غير العين .

ولدراسة الخطوط الطيفية ، يستخدم جهاز خاص يسمى المطياف ، وهو يتركب فى أبسط صورة من عدسة ، ومنشور زجاجى أومحزوز ضوئى . و« تلسكوب » صغير، وإذا ماسقطت

الأشعة على المنشور أو المحزوز تحللت إلى خطوط محدودة ، تمكن قياس أطوالها الموجية ، وتستخدم هذه الظاهرة فى تحليل أطياف النجوم المختلفة لتعيين تركيبها الكيماوى ، وكذلك نستخدمها فى معاملنا الأرضية لدراسة مكونات الأشياء .

وقد بين أنشتين بنظريته النسبية أن الضوء المنبعث من الأجسام المشعة الكبيرة ، مثل الشمس والنجوم يعانى احمراراً ، أى أن الخطوط الطيفية المنبعثة من تلك الأجسام يزداد أطوالها الموجية ، إذا ما قورنت بالأطوال الموجية المعروفة لنا فى المعمل .

وقد حققت الأرصاد الفلكية الطيفية للأجرام السماوية ، هذه النتيجة ، وأصبحت النظرية النسبية مثبتة على دعائم قوية .





دورة الكلف وظواهر الحياة على الأرض

ذكرنا سابقا أن حرارة الشمس وضوءها لازمان لاستمرار حياة الحيوان والنباتات ، وقد لوحظ أن بعض الظواهر مثل فيضان الأنهار والبحيرات ونمو النبات وغير ذلك ، يتأثر بما يحدث على سطح الشمس ، فمنذ فترة طويلة قام « بروك » بدراسة ارتفاع سطح بحيرة « فيكتوريا نيانزا » عند منبع نهر النيل فى سنين متعاقبة ، وتبين له وجود علاقة بين ارتفاع المياه فى البحيرة وبين ظهور الكلف على سطح الشمس ، فقد وجد أن سطح البحيرة يرتفع عدة أمتار ، عندما يزيد الكلف وينخفض السطح عندما يقل الكلف ، وقد ثبتت هذه العلاقة فيما بعدلبحيرات كثيرة أخرى .

وقد اجريت عدة أبحاث على جذوع الأشجار ، ووجد

أننا لو قطعنا قطاعا مستعرضا فى جذع الشجرة ، لظهر لنا عدة حلقات تختلف فى شكلها وسمكها ، والمعروف أن الشجرة تربى حلقة واحدة من الحلقات المكونة لجذعها في كل عام ، ويمكن معرفة عمر الشجرة من عدد هذه الحلقات ، أما سمكها فيعطينا فكرة عن حالة نموها . وقد تبين من الدراسات العديدة ، أن نمو الأشجار يتبع دورة زمنية قدرها أحد عشر عاما ، ويزداد النمو كلما زاد عدد الكلف على سطح الشمس ، ففى السنة التى تبلغ فيها مساحة الكلف نهاية عظمى تظهر الحلقات عريضة وكبيرة ، وقد عملت أبحاث على شجرة معمرة في جنوب السويد ، من عام ١٨٢٠ إلي عام ١٩١٠ ، ووجد أن نموها خلال هذه الفترة يتبع دورات الكلف تماما .

ويجب التنويه هنا بأن عدد الأشجار التي تبين هذه الظاهرة قليل نسبيا ، إذ يرجع ذلك إلى وجود عوامل أخرى تؤثر على نمو النبات بوجه عام .

وحتى الآن لم يكن من المستطاع تعليل هذه الظاهرة تعليلا صحيحا ، وإن كان من المعتقد أن الشمس تبعث بكميات وفيرة من الأشعة فوق البنفسجية ، عند ظهور الكلف والزغب على سطحها ، هذه الأشعة لها تاثير شديد فى الكائنات الحية ، وتدخل فى بعض العمليات اللازمة لنمو النبات .

الأقمار الصناعية

استخدم المنظار الفلكى فى الأرصاد ، منذ ثلاثة قرون ، وبوساطته كشفنا الكثير عما يحتويه هذا الكون من أجرام مختلفة ، فالعين لا تستطيع أن ترى من النجوم غير قدر محدود ، وبالمنظار يمكن رؤية مئات الألوف أو عشرات الألوف ، بل عشرات الملايين منها ، ويزيد ما يرى من الأجرام بازدياد قوة تجميعة للضوء ، الذى يصل منها ، وبوساطة المنظار رأي « جليليو » أقمار المشترى ، وأهلة الزهرة ، وبذلك أثبت صحة رأى « كبرنيق » في دوران الأرض وأخواتها السيارات حول الشمس ، وتعتبر هذه الحقيقة الحجر الأساسى فى العلوم الطبيعية ، وبوساطة المنظار أيضا أمكن رؤية السدائم البعيدة فى أعماق الفضاء ، والتى يقدر بعدها بعشرات أو مئات الملايين من السنين الضوئية ، ولا يمكن فى هذه العجالة حصر ما أسهم به المنظار « والفوتوغرافيا » فى الكشوف الفلكية .

غير أنه لوحظ أن الغلاف الهوائي يمتص جانبا كبيرا من الأشعة التي تشعها الأجرام السماوية ، وأننا إنما نراها سواء

بالعين المجردة أو بالمنظار من خلال نطاق محدود من طيف هذه الإشعاعات ، يعرف بالنطاق المرئى ، أما الإشعاعات فوق البنفسجية والسينية علي أحد طرفى هذا النطاق ، وما دون الأحمر علي الطرف الآخر فإنها لا تصل إلينا بل يمتصها الغلاف الهوائى ، وبرغم أننا تمكنا أخيرا أن نفتح فى الغلاف الهوائي نافذة أخرى فى غير النطاق المرئى ، باستخدام المناظير « الالكترونية » التي تجمع الإشعاعات طويلة المدى ، وأمكننا بوساطتها دراسة توزيع المادة الكونية فى الفضاء ، واكتشاف ظواهر كونية بالغة الأهمية ، إلا أننا ما زلنا عاجزين عن دراسة هذه الأجرام فى منطقة فوق البنفسجي ، لأن الأزون الموجود فى الهواء على ارتفاع ٢٠ ميلا يمتصها ، من ثم كان تفكير العلماء منذ بضع سنين فى إطلاق مركبات علمية نحو الفضاء ، لدراسة طبيعة الغلاف الهوائى إلى مدى أكبر ، وتأثير الإشعاعات الموجية والجسيمية التى تدخله ، واخذ أرصاد فلكية عن الأجرام السماوية فى النطاق الذى لا يزال مستعصيا .

والأهداف التى يتوخاها العلماء من ذلك علمية فحسب ، والعلم يهدف دائما إلى البحث عن الحقيقة لذاتها .

ومع ذلك فلا شك أن السفر عبر الفضاء نحو القمر

او السيارات ، كان هدفا من أهداف المشتغلين بهذا الموضوع ، وقد بدأت الآمال فى تحقيقه تظهر قريبة المنال ، منذ أطلق الألمان الصواريخ المعروفة ف٢ ، خلال الحرب العالمية الأخيرة ، وقد حفز هذا النجاح الروس والأمريكان للقيام ببحوث ودراسات على نطاق واسع ، وما زال التنافس بينهما شديداً في هذا الميدان ، لما حققته روسيا من سمعة ونفوذ فى الميادين السياسية لإحرازها قصب السبق فى هذا المجال .

والعلماء والفنيون يدركون اكثر من غيرهم قيمة هذا النجاح ، وذلك لما يكتنف بناء الصواريخ من صعوبات جمة ، فضلا عن أنه باهظ التكاليف ، ويكفي لإلقاء بعض الضوء على قيمة هذا العمل ، من الوجهتين العلمية والفنية ان نتذكر المعدل الكبير الذى تقل به كثافة الهواء وضغطه مع الارتفاع ، وبالتالى كمية الأكسجين اللازمة لاحتراق وقود المحركات ، وأن حرارة الغلاف الهوائي فى الطبقة المحصورة بين ٥٠ ، ١٠٠ ميل تصل إلى نحو ألف درجة مئوية ، مما قد يعرض المركبات وما تحويه إلى الانصهار .

أما المبدأ العلمى لدوران كوكب صناعي حول الأرض ، فمعروف منذ نحو ثلاثة قرون ، عندما اكتشف « نيوتن » قانون الجذب العام ، وأساس هذا المبدأ كما شرحناه سابقا ،

أن القوة الطاردة ، التي تنشأ من هذا الدوران ، يجب ان تعادل قوة الجذب نحو الأرض ، وبتعادلهما يظل القمر نظريا يدور حول الأرض إلى الأبد ، ولما كانت قوة الجاذبية تقل مع البعد عن الأرض ، فإن السرعة المدارية لهذا الجسم تقل أيضا مع الارتفاع ، ويقدر العلماء هذه السرعة عند سطح الأرض أو بالقرب منها بنحو ٣٠٠ ميل فى الدقيقة ، وقد كان الوصول إلى مثل هذه السرعة المدارية الكبيرة أول أهداف المشتغلين بهذا الموضوع ، ووجد منذ بادئ الأمر أن من العسير الوصول إلى مثل هذه السرعة بصاروخ واحد ، ولهذا تتكون الصواريخ التي تحمل الأقمار الصناعية إلى المدى المطلوب عادة من ثلاثة أو أربعة مركبات ، تصل الأولى منها إلى سرعة ١١٥ ميلا فى الدقيقة ، والأخرى إلى ٢٣٠ ميلا فى الدقيقة وهكذا ، وفى خلال هذه المراحل الثلاث ينثنى اتجاه الصاروخ حتى يصير موازيا لسطح الأرض فيدور حولها . ونظرا لقلة ما يوجد فى الغلاف الهوائى من الأكسجين اللازم للاحتراق ، فيجب أن تحمل الصواريخ معها المؤكسد اللازم للاحتراق ، أما الوقود نفسه فقد يكون صلبا أو سائلا ، ويتكون الأول من أحد نوعين : الأول « نيتروجلسرين » و « نيتروسيليلوز » والثانى من مؤكسد من نترات « الأمونيا » أو «أمونيا بيركيولوريت»

مع وقود عضوى أو معدنى مثل « البوليريثان » . ويوضع الوقود الصلب فى وعاء مقفل ، ويخرج منه بوساطة ثقب على شكل معين ، يحدد معدل الاحتراق ، ويراعى ألا يحتوى على شرخ قد ينشأ عنه انفجار الصاروخ بعد البدء فى الاحتراق، أما أنواع الوقود السائل فكثيرة ، ولكل منها مميزات ، وتوضع بحيث يكون كل من السائل والمؤكسد منفصلين ، ويمتزجان فقط عند دخولهما فى خزان الاشتعال ، الذى يغذى من السائلين ، إما بطلمبات وإما بضغطهما فى الإناءين اللذين يحتويانهما ، ويلاحظ أن معدل استهلاك الوقود لتكوين الضغط العالى اللازم لحركة الصواريخ كبير جداً ، ومن ثم نجد أن وزنه يكون نسبة كبيرة من وزن الصاروخ نفسه ، لا تقل عن ٧٠٪ فالصاروخ الذى وزنه ١٣ ألف كيلو جرام يبلغ وزن الوقود وحده ٨٣٠٠ كيلو جرام ، وتصنع الصواريخ على هيئة انسيابية بنسبة ١٩ : ١ ، وطول الصواريخ الأمريكية هو نحو ٢٠ متراً ، وقطرها أقل بقليل من متر و نصف متر ،وتحمل في المقدمة القمر الصناعي ، وهو عبارة عن كرة معدنية ، تحتوى على أجهزة متنوعة ، تتأثر بالخصائص الطبيعية للمدى الذى تسبح فيه ، فتؤثر فى السعة الكهربائية لجهاز إرسال لاسلكى ، تنبعث منه موجات تختلف طولا باختلاف هذه الخصائص أو تغيرها ،

كما هو الحال فى « الراديو سوند » . وباستقبال هذه الموجات ، وقياس أطوالها يمكن استنباط الخصائص الطبيعية للمدى الذى يسبح فيه القمر الصناعى من الفضاء ، وكيفية تغيرها مع الزمن أو مع البعد عن سطح الأرض ، لأن مدارات هذه الأقمار عادة بيضاوية الشكل ، هذا بشرط معرفة مدلولات هذه الموجات لكل عنصر ، إذ ان الأجهزة التى تحتويها هذه الأقمار تعاير في المعامل قبل إطلاقها لقياس هذه المدلولات .

وقد يستعمل سائل واحد مثل « الهيدروجين بيروكسيد » لإدارة الصاروخ ، الذى يتحول بمروره على « بلاتينيام » كاتالست إلي بخار سائل وأكسيجين ، ويتكون من انبعاثهما الضغط اللازم للدفع ، وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة ، ويستعمل وعاء واحد لحفظ الوقود ليمكن التحكم فى قفله وفتحه ، غير أن الدفع النوعى لهذا النوع أقل منه للأنواع الأخرى ، وتجري أبحاث لاستخدام المحول الذرى لهذا الغرض ، وبه يمكن الاستغناء عن عملية الاحتراق ، ونحصل على الغاز الساخن بتمرير السائل فى فرن ذرى ، والوقود المناسب فى هذه العملية هو « الأيدروجين » المكثف ، وفى جميع الأحوال نجد أن تكوين الدفع فى الصواريخ ، يماثل الطائرات النفاثة ، وعند خروج الغاز من فرن الاحتراق بسرعة كبيرة ، ينشأ رد الفعل

الكبير ، الذى يرفع الصاروخ فى بادئ الأمر إلى أعلى ثم يمده بعد ذلك بالقوة اللازمة للحركة إلى أن يبلغ المدى المطلوب ، ويحتاج الرفع الرأسى إلى قوة دفع تزيد على وزن الصاروخ بنحو ٣٠ أو ٥٠٪ ، فيبدأ بسرعة ثابتة ، ثم تنشأ العجلة فى السرعة بنقصان وزن المركبة ، نتيجة لاحتراق الوقود والبعد عن مركز الثقل فى الأرض .

ويتوقف عمل الصاروخ فضلا عن تصميم بنائه ، على تركيب مادة الوقود ، وتتحدد درجة كفاية الوقود بما يسمى الدفع النوعى ، وهو مقدار الدفع الذى يحدث من رطل واحد من الوقود فى الثانية .

ولاشك ان يوم ٤ اكتوبر سنة ١٩٥٧ ، الذى اطلق فيه الروس أول قمر صناعى سيظل خالدا ، لا فى تاريخ العلوم فحسب ، بل فى تاريخ البشرية جمعاء ، وقد أدهش هذا العمل الفذ الناس جميعا فى بقاع الأرض ، وفى مقدمتهم العلماء ، حتى من منافسيهم الأمريكان ، لأنهم يعملون اكثر من غيرهم ما يكتنف تصميم وبناء صواريخ بهذا الحجم والوزن ، وبلوغها هذا المدى من صعوبات فنية لاحصر لها ، ونجاح الروس فى ذلك أو إحرازهم قصب السبق فيه ، لاشك يدل على تفوقهم على منافسيهم فى نواح فنية متعددة ، وقد أطلقوا بعد ذلك عدة أقمار ، منها قمر صناعى

إلى القمر ، ورحلة جاجارين وعودته إلى الأرض ، وفى كل من هذه الأعمال حققوا نصرا علميا وأدبيا، وقد احتوى القمر الأول على أجهزة فلكية « ومترولوجية » ، فكانوا بهذا أول من قاموا بقياسات مباشرة للعناصر « المتيورولوجية » للجو ، وكيفية انتشار أمواج الراديو فى طبقات الجو العليا .

وفى القمر الروسي الثانى أطلقوا الكلبة « لايكا » ، كما أطلق الأمريكان قردين فى صاروخ لدراسة التأثيرات « البيولوجية » التى تنشأ نتيجة لاختلاف الظروف الطبيعية ، مثل فقدان الوزن ، وتأثير الأشعة الكونية ، ولاشك أن النتائج التى وصلوا إليها لها أهميتها عند التفكير جديا فى إمكان سفر الإنسان نفسه عبر الفضاء .

وقد احتوى القمر الروسى الأول على بطاريات كهربائية لإدارة الأجهزة المختلفة ، وإمداد جهاز الإرسال بالطاقة اللازمة ، غير أن ما يمكن حمله من هذه البطاريات ، وما يمكن أن تعطيه من طاقة كلاهما محدود ، ولا يكفى عندما تمس الحاجة إلى سفر الإنسان مستقبلا ، وقد نجح الروس والأمريكان فى استغلال ما يوجد فى الفضاء من أشعة الشمس ، بتحويلها إلى طاقة كهربائية لاستخدامها فى تشغيل الأجهزة .

والواقع أن تحقيق هذين الأمرين أكثر بكثير مما كان يتوقعه

العلماء أنفسهم أو يحلمون به ، ولكن من الحقائق ما هو اغرب من الخيال . إن بعض النتائج التى كشفت عنها ارصاد الأقمار الصناعية بالغة الأهمية فى الميادين العلمية والعملية ، فقد كان معروفا أن ارتفاع الطبقات التى يبلغ عندها التأين فى الغلاف الهوائى ، وتركيز « الالكترونات » أقصاها يختلف فيما بين الليل والنهار ، ومن موسم إلي موسم ، ومن الشمال إلي الجنوب ، ومن الشرق إلى الغرب ، وقد دلت الأبحاث التي قام بها العلماء من أرصاد الأقمار الصناعية ، ان معدل الانخفاض فى درجة تركيز « الالكترونات » فى الطبقات العليا من طبقات التأين ، يسير ببطء يعادل خمس مرات معدل الزيادة تحت مستوى الحد الأقصى .

وحققت هذه الأرصاد ، أن كثافة الغلاف الهوائى عند المدى الذى تبلغه الأقمار الصناعية ، هو نحو عشر مرات ما كان معروفا قبل إطلاقها ، وأن الغلاف الهوائى يمتد إلى مدى ٢٠٠٠ أو ٣٠٠٠ كيلو متر من سطح الأرض ، وهذا أيضا لم يكن معروفا من قبل ، كما وجد أن درجة الحرارة عند هذا المدى كبيرة إلى درجة أننا لا نستطيع أن نعزوها إلى الإشعاع الشمسى وحده .

وقد كان يظن قبل إطلاق الأقمار الصناعية ، أن عدد الشهب التى تدخل الغلاف الموائى كبير إلى درجة أنها تمثل خطرا حقيقيا على الملاحة عبر الفضاء ، وقد دلت أرصاد الأقمار الصناعية علي ان هذا الخطر المزعوم مبالغ فيه كثيرا .

وأثبتت أرصاد الأقمار الصناعية ، لأول مرة أن ثمة كميات كبيرة من « الأيدروجين » توجد فى فضاء مابين النجوم .

وبمقارنة وزن القمر الروسى الأول ٨٣٫٦ كيلو جرام لوزن القمر الروسي الأخير ، الذى يبلغ أربعة أطنان ونصف طن ، نستطيع أن نتصور مدى النجاح الذي حققه الروس للآن فى هذا الميدان فى فترة قصيرة ،وما يمكن أن يحققوه هم أو منافسوهم بما لديهم من موارد كبيرة فى المستقبل القريب من نجاح يبرر اعتقاد البعض ان سفر الإنسان إلى القمر قد يتحقق فى خلال خمس او عشر سنوات .

ولا نستطيع من الآن التكهن بمدى نتائج إطلاق هذه الأقمار فى تاريخ العلوم التطبيقية ، أو فى تاريخ البشرية نفسها . لاشك أن هذا العمل انتصار بالغ الأهمية على قوى الطبيعة ، وفتح فى تاريخ البشرية له ما بعده ، فإذا تذكرنا ما كان لبعض الكشوف العلمية كالكهرباء واللاسلكى والطائرات ،

واستنباط الطاقة الذرية من آثار فى تكوين حضارتنا ، وتطوير القيم المادية والاجتماعية في الحياة ، استطعنا أن نتصور قياسا ما سوف يكون لهذا العمل الجديد من نتائج قد لا يكون أعظمها شأنا تحقيق ذلك الحلم ، الذى داعب أذهان الكثيرين ، وهو السفر عبر الفضاء إلى القمر أو إلى الكواكب السيارة أخوات الأرض ، وربما استطعنا بوساطة الأقمار الصناعية الكشف عن قوى أخرى من قوى الطبيعة ، التى لاحد لها ولا لقدرتها ، وأن نتمكن على مدى الأيام من التحكم فيها ، واستخدامها فيما يعود على البشرية من النفع الجليل .

إننا نعيش فى عصر يمكن أن يكنى بعصر العلم ، عصر لا يرحم الضعيف ، ويدوس المتخلف ، هو عصر القوى في أشكالها المختلفة ، والعلم هو أهم مصادر القوى فى هذا العصر ؛ ومع أن غاية العلم هو البحث عن الحقيقة لذاتها ، إلا أن كثيراً من الدول قد وجدت فيه مصادر من القوة لا ينضب معينها ، ويجب أن نعيش فيه ، وأن نحاول ألا نتخلف عن الركب ، كما يجب علينا ألا نتطير من إطلاق الأقمار الصناعية أو من نتائج هذا العمل الفذ ، فقدرتنا مهما بلغت محدودة ، وأن نذكر دائما خالق هذه القدرات بأنواعها ، وأن تتدبر قدرته فيما خلق .

الفلك والتنجيم

من الملاحظ أن بعض السنين تكون حافلة بالأحداث السياسية كما تكون أيضاً حافلة بالظواهر الكونية بشتى أنواعها ، فهل ثمة علاقة بين هذه وتلك ؟ لسنا ندرى ولا نعتقد أن المنجم يدرى ، لا لأننا نؤمن إيمانا قويا بأن الله وحده هو علام الغيوب فحسب ، بل لأن الجهل بما تخبئه الأقدار من خير أو شر ، عامل أساسى لبقاء الجنس البشرى وتقدمه ورفاهيته .

ولا يزال كثير من الناس يخلط بين الفلك والتنجيم ، وتقتضينا هذه المناسبة أن ننوه بأنهما مختلفان فى أهدافهما ، وفى وسائلهما أيضاً ، فالفلك واحد من فروع العلم كالكمياء والرياضة والحيوان والنبات ، بل هو أقدمها كما تدل على ذلك آثار العصر الحجرى ، وفروع العلم هذه تختص بدراسة الأشياء التى تقع فى نطاق الحس حية كانت أو غير حية ، وتعتمد فى طريقة دراستها على التجربة التى يجريها العالم فى معمله ، ويرقم نتائجها ، وعلى رصد الظواهر الكونية متوخيا غاية الدقة ، ثم هو يعمل عقله بعد ذلك فى نتائج هذه أو تلك ،

ليستنبط منها رأيا علميا ينشر بين العلماء فيتولاه الآخرون بالنقد الذى لا هوادة فيه ، هذا يعالجه من زاوية ، وذاك من اخرى ، فإن صمد للنقد والاختبار صار رأيا علميا معترفا به من العلماء .

والآراء العلمية ، كما يقول أستاذنا الدكتور أحمد زكى فى كتابه (مع الله السماء) ، نوعان : نوع مؤكد يقول به العالم ويؤمن به ، كإيمانه بوجوده ، ونوع يقع بين الشدة واليقين على درجات مختلفة ، ومن الأمثلة على الأول : أن كل جسم مهما كان تركيبه الكيماوى أو الطبيعى ينجذب نحو مركز الأرض ، وأن سرعة سقوطه تزيد بمقدار ٣٢ قدما فى كل ثانية من لحظة سقوطه ، وأن الماء يتركب من أكسجين و « أيدروجين » ، ومن الأمثلة على النوع الثانى أن الضوء يتألف من موجات تقع ما بين كذا وكذا طولا ، ولا نعرف على وجه التحقيق ما إذا كانت هذه الأمواج كالأمواج التى نراها على سطح الماء ، إذا قذف فيه بحجر ، أم كأمواج الصوت إذ ينتقل فى الهواء أم هى حقول مغناطيسية كهربائية يجرى فيها الضعف والقوة متعاقبين ، وعلى وتيرة واحدة ، أم أن هذه الأمواج أثر لجسيمات متناهية في الصغر ، ويلاحق بعضها بعضا .

أما التنجيم الذى يهدف إلى التنبيه عما يخبئه الغيب للأفراد

أو الشعوب بوسيلة أو أخرى ، ومنها الوسائل التى يزعم المنجمون أنها فلكية فليس من فروع العلم ، ومع ذلك فالفلك مدين بالفضل للمنجمين ، الذين عاشوا منذ أقدم العصور ، وجمعوا خلالها أرصاداً فلكية عن مواقع السيارات والمذنبات والنجوم ، ساعدت العلماء المحدثين على استنباط حركاتها ، وكشف بعض الظواهر الفلكية الهامة والتى لم يكن من الميسور كشفها ، بدون الاستعانة بأرصاد القدماء ، ومن الأمثلة على ذلك طبيعة المذنبات التى كانت ولا تزال تفاجىء الناس بظهورها ، ثم تفاجئهم باختفائها ، وكذا الظاهرة التى يسميها الفلكيون « تقهقر الاعتدالين » والتي ينشأ عنها عدم ثبوت الاتجاه الذى تدور حوله أرضنا فى الفضاء ، وبالتالى النجم الدال الآن على موقع القطب الشمالى من السماء .

وهنا يجب أن نقول إن المنجمين فى العصور الغابرة لم يكونوا منجمين بالمعنى المعروف فى عصرنا هذا ، بعد أن حدد العلم أهدافه وطرائقه ، بل كانوا علماء وأهل رأى وذوى حظوة كبيرة لدى الملوك ، ولم يكن العالم متخصصاً في فرع من فروع العلم كما هو الحال فى عصرنا هذا ، بل كان باحثا فى كثير من فروع العلم ، كالأدب والفلسفة والطب والصيدلة والرياضة والفلك والكيمياء ، وما زلنا للآن نسمي الطبيب

« الحكيم » ، وهذا يدلنا على ما كان للعلماء من مكانة في نفوس الناس ، وعلى ما كانوا يمارسون من فنون المعرفة ، وكان الملوك في تلك العصور يرجعون إلى العلماء في بعض شئون الدولة ، ولم تكن هذه الشئون في هذه العصور مثل ما هي عليه الآن تنوعا وكثرة ، بل كانت مقصورة على حفظ الأمن الداخلي ، وإقامة العدل بين الناس ، وإعداد الجيوش لحماية الدولة من غزو خارجي أو غزو يسجل اسم الحاكم بين الخالدين في سجل التاريخ . وفي هذه العصور وغيرها كان الملوك ، يستنصحون العلماء ، ولا نعتقد أن هؤلاء العلماء كانوا يستلهمون النجوم أو الكواكب الرأي ، الذي ينصحون به ، لأنهم يعرفون أكثر من غيرهم ، إن هذه الأجرام لا شأن لها بذلك ، ولكن هكذا ظن الناس ، فلا ذنب للعلماء ، كما أنه لا ذنب للنجوم فيما اعتقده الناس وآمنوا به على كر السنين .

ولما كان الناس في كل زمان ومكان مشوقين إلى معرفة الغيب ، اتخذ بعضهم هذا الأمر صناعة رابحة ، هؤلاء هم المنجمون ، وقد كانت ولا تزال وستظل صناعتهم رابحة ، لا لأن الناس مشوقون إلى معرفة أقدارهم كما قلنا فحسب ، بل لأن بعض ما يتنبأون به قد يتحقق فعلا ، كيف إذن يتحقق بعض مايقوله المنجمون ؟ لقد ذكرنا أن تنبؤاتهم لا ترتكز على أساس

من العلم ، وبصفة خاصة على قواعد الفلك ، الجواب على ذلك نجده فى مبادئ علم الإحصاء و « نظرية الاحتمالات » ، ولإيضاح ذلك فى عبارة مبسطة نقول : إن لكل مجتمع خصائصه ، فالناس يولدون ويمرضون ويموتون ويتزوجون ويشترون ويبيعون ويسافرون ويكدحون ويتدافعون طلبا للرزق والرفعة ، وكل أمر من هذه الأمور محتمل ٥٠٪ لكل فرد من افراد المجتمع ، فما على المنجم أو حتى عليك إذا قلت لأحد :

أمامك سكة سفر ، وسيصلك خطاب فيه خبر سار ، ستسمع عن صديق مريض ، ستدخل عتبة أو ما شابه ذلك مع قليل من الفراسة ، فلا يجوز أن تقول ، لقروى ساذج غير مؤهل مثلا : سوف تعين فى وظيفة كبيرة ، إذ أن هذا الأمر غير محتمل ، إن أمرا أو أكثر من هذه الأمور وأمثالها لا بد ان يتحقق وفقا لنظرية الاحتمالات فى علم الإحصاء ، ويشيع امر المعجزة بين الناس فيذيع صيت المنجم ، وتسمو مكانته ، ويتهافت الكل على لقائه .

قيل : إن أحد الملوك ضاق ذرعا باحد المنجمين ، وما بلغه من سلطان على البسطاء ، فقرر أن يقتله ، ودعاه إلى مقابلته ليتندر به تشفيا أمام خاصته قبل قتله ، وقال له : إني لأراك

وقد زادك الله علما ، وآتاك من فضله مالم يؤت به غيرك من العلماء ، إنك لتعلم الغيب ، فهل تعلم متى تموت ؟ وأدرك المنجم بذكائه ما يقصده الملك وما ينتويه ، وأسعفه خاطره فاجاب : لم يفتنى هـذا الأمر ، وقد قدرته تقديراً ، إنى يا مولاى سأموت قبلكم بيوم واحد ، وخشى الملك أن يكون تقدير المنجم صحيحا فعدل عن قتله ، وأخلي سبيله كى ينعم هو بطول العمر .

ولقد تقترن بعض الحوادث الهامة ببعض الظواهر الكونية ، فقد سجلت المراصد الفلكية منذ عام ١٧٧٨ للآن ازدياداً نسبيا لنشاط الشمس ، بمعدل مرة فى كل نحو إحدى عشرة سنة فى المتوسط ، وقد لوحظ أن الثورة الأمريكية ، والثورة الفرنسية ، وثورة الشعب بباريس ، والثورتين الروسيتين ، وثورات أخرى وقعت جميعها فى اوقات قريبة من فترات هذا النشاط النسبي للشمس ، كما كان هناك نشاط نسبي للشمس استمر من سنة ١٩٣٧ إلي سنة ١٩٤٠ ، وكلنا يذكر ما أصاب العالم خلال هذه الفترة من اضطراب ، وقد بذلت محاولات علمية كثيرة لربط هذا التكرار الدورى لنشاط الشمس ، بالتغيرات التى تلاحظ فى أوقات هجرة الطيور ، والتغيرات التى تحدث فى المحاصيل الزراعيـة والثورات الاجتماعية ، ولكن لا يمكن للآن من الناحية العلمية الجزم بوجود مثل هذا الارتباط .

ولقد روى أنه عندما قبض سيدنا إبراهيم بن رسول الله صلى الله عليه وسلم، كسفت الشمس فحجب القمر ضوءها، فهلل الناس وكبروا، وظنوا أن الله سبحانه وتعالى قد أتى بهذه الظاهرة تكريما لنبيه الكريم، ولكن رسول الله صلى الله عليه وسلم برغم ما كان يعانيه من حزن وأسى لموت ابنه، لم يدع هذه الفرصة تفلت حتى يرد المسلمين عن ضلالهم فى هذا الأمر، وصاح فيهم صيحته المشهورة: «إن الشمس والقمر آيتان من آيات الله لا ينكسفان لموت أحد ولا لحياته».

إن اقتران مثل هذه الحوادث ببعض الظواهر الكونية، لا يمكن البحث عنه فى فروع العلم، الذى يستند إلى التجربة التى تجرى فى المعمل أو الأرصاد التي يأخذها الفلكيون، ولكن ربما وجدناه فى علم الإحصاء بعد أن تتوافر لدينا العناصر العلمية الكافية للكشف عنه.

كل ما نعرفه نحن الفلكيين ونؤكده، أن الظواهر الكونية بكافة أنواعها تحدث، لأنها من طبيعة هذا الكون، فظاهرتا الكسوف والخسوف تحدثان فى كل عام بما لا يقل عن اثنتين للشمس، ولا يزيد على سبع للشمس والقمر، خمس منها للشمس، اثنتان للقمر، أو أربع للشمس وثلاث للقمر، ولكننا لا نرى منها إلا أقل من ذلك، لأننا نحتل مكانا محدودا

من الفضاء فلا نراها كلها ، وأن متوسط عدد الزلازل الكبيرة أو الهزات الأرضية الصغيرة فى جميع أنحاء العالم يبلغ نحو ألف في العام الواحد ، يسجل منها مرصد حلوان نحو خمسمائة ، ويشعر سكان الجمهورية العربية منها بواحد في كل أربع أو خمس سنوات في المتوسط ، وليست كل هذه الزلازل مدمرة ، إلا لو كانت مراكزها قريبة من مناطق مأهولة بالسكان ، عندئذ يبلغ عدد الضحايا عشرات الألوف تبعا لشدة الزلزال ، ومصر بحمد الله ليست من مناطق الزلازل المعروفة ، ومتوسط ما يظهر فى السماء من المذنبات ستة فى كل عام ، ولكن معظمها لا يرى إلا بالمنظار ، والنشاط الشمسى له دورة معلومة لدى العلماء استنبطت من أرصاد فلكية أخذت فى أماكن كثيرة على مدى ٣٠٠ سنة .

هذا عن الظواهر الكونية ، ويبدو ان الناس قد أصبحوا أكثر حساسية لكل مايحدث منها ، أما عن الأحداث السياسية وما قد تتمخض عنه فعلمها عند السياسين ، هم يعرفون خباياها وأسرارها ، ويحذقون فنونها ، وهم بها اصدق انباء من الفلكيين ومن المنجمين ، وإنا لا ندرى اشر اريد بمن فى الأرض ام اراد بهم ربهم رشداً . وسبحان علام الغيوب .

الفلك والدين

قلنا في المقدمة إن الحياة بالنسبة للإنسان ليست غذاء وكساء فحسب ، ذلك لأن الخالق جل شأنه قد خصه دون غيره من المخلوقات بالعقل والروح ، ولذلك نراه منذ أن استعمر هذا الكوكب يسعى ويجد في السعي لإشباع ما يغذى به عقله وروحه ، والمعرفة بكافة فروعها ليست سوى حصيلة هذا البحث على مر الأجيال الطويلة ، والإنسان إلى جانب هذا مخلوق عجيب ، تجرى في دمائه نوازع الخير والشر ، ودوافع القوة والضعف ، يستشعر القوة أحيانا حتى لا يرى ما هو أقوى منه ، ويستشعر الضعف أحيانا حتى يلتمس العون مما لا يضر ولا ينفع ، وما الأصنام التي نحتها بيديه ، وركع أمامها مستلهما العون والقوة ، إلا دليلا على شعوره بالضعف .

وبدافع خفي قوى ظل يبحث عن قوة كبرى ، يستلهم منها العون في الدنيا ، وحسن المثوبة في الآخرة ، فنشأت العبادات بأنواعها منذ أقدم العصور في بقاع مختلفة من سطح الأرض بالرغم من بعد الشقة بينها ، فظلت وسوف تظل على قوتها ما بقي إنسان على سطح هذا الكوكب ، لأنها ضرورة من ضرورات الحياة ،

فني كنفها يستشعر الإنسان الأمن والعزاء ، امنا غير الذى تكفله له الدولة ، وعزاء غير الذى يمنحه إياه الخلصاء .

والآية الكريمة : « وإذ قال إبراهيم لأبيه آزر أتتخذ اصناما آلهة ، إنى آراك وقومك فى ضلال مبين . وكذلك نرى إبراهيم ملكوت السموات والأرض وليكون من الموقنين .

فلما جن عليه الليل رأى كوكباً قال هذا ربى ، فلما أفل : قال لا أحب الآفلين . فلما رأى القمر بازغا قال هذا ربى ، فلما افل : قال لئن لم يهدنى ربي لأكونن من القوم الضالين . فلما راى الشمس بازغة قال هذا ربى هذا أكبر ، فلما أفلت قال يا قوم إنى برىء مما تشركون . إنى وجهت وجهى للذي فطر السموات والأرض حنيفا وما أنا من المشركين . وحاجه قومه قال أتحاجونى فى الله وقد هدانى ولا أخاف ما تشركون به إلا أن يشاء ربى شيئا . وسع ربى كل شئ علما أفلا تتذكرون . وكيف أخاف ما اشركتم به ولا تخافون أنكم أشركتم بالله مالم ينزل به عليكم سلطانا فاى الفريقين أحق بالأمن إن كنتم تعلمون ».

تصور لنا هذه الآية مراحل سعى الإنسان الحثيث فى البحث عن القوة وتطور رأيه فى شأنها .

من هذا يتضح لنا أن التراث العظيم ، الذى بين يدينا من فروع العلم والفلسفة ، ليس سوى ثمار سعى الإنسان الدائب والمتصل لغذاء عقله وروحه .

والفلك ليس سوى أحد فروع المعرفة ، ولعله أقدمها علي وجه الإطلاق ، ولابد أن تكون الظواهر الفلكية المختلفة قد راعته منذ أقدم العصور ، ولذلك نراه قد اتخذ من بعض الأجرام السماوية كالشمس والقمر والشعرى اليمانية آلهة ثانوية ، يتقرب بها زلفي إلى الله الواحد القهار .

ولما كان الإنسان أحب خلق الله إلى الله ، أرسل إليه الرسل والأنبياء ، ليكشفوا له عما استعصى عليه إدراكه من خصائص هذا الوجود وعن رسالته على هذا الكوكب ، وما يجب ان يكون عليه سلوكه ، وكيف ينمى فى نفسه غرائز الخير ، ويكبت من نوازع الشر ، ويقوى علي نفسه الأمارة بالسوء فيكون عضواً نافعاً في مجتمع نافع ، لأن الإنسان مدنى بالطبع يؤثر ويتأثر بالمجتمع الذي يعيش فيه ، كان عليه أن يعلم ، قبل كل شيء أنه مخلوق ، وأن هناك خالقا له ولكل مافى هذا الوجود ، ولم يكن ثمة أدل علي قدرة هذا الخالق ، من دعوة الإنسان إلى النظر ، والتبصر فيما خلق الخالق من حوله ، لذلك نجد

الكتب السماوية تحث الإنسان على البحث فى أسرار الكون ، ومحاولة إدراك الوجود بالإمعان والمشاهدة ، وطول الفكر والنظر فى خلق السموات والأرض ، فإلي جانب مافى ذلك من غذاء شهى للعقل ، ففيه أيضاً اهتداء إلى معرفة الخالق وعبادته عبادة المدرك لعظمته . ونرى هذه الدعوة الصريحة فى كثير من آيات القرآن الكريم ، قال تعالى :

« إن فى خلق السماوات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولى الألباب . الذين يذكرون الله قياما وقعوداً وعلى جنوبهم ويتفكرون فى خلق السماوات والأرض ربنا ما خلقت هذا باطلا سبحانك فقنا عذاب النار » .

وقال : « او لم يروا كيف يبدئ الله الخلق ثم يعيده إن ذلك على الله يسير . قل سيروا فى الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق » .

وفى مواضع أخرى نوه جل شأنه بأهمية الأجرام السماوية ، وظواهرها فى صميم شئون حياة الإنسان ليستدل علي وجوده ، وبالغ قدرته وفيض نعمه .

قال : « والشمس وضحاها » .

وقال : « وبالنجم هم يهتدون » .

وقال : « يسألونك عن الأهلة قل هى مواقيت للناس والحج » .

ولعظم قدر الشمس ، وأهميتها فى بقاء الجنس ، وتعاقب الأجيال على سطح هذا الكوكب أقسم بها جل شأنه ، ولكى ندرك بعض ما ينطوى عليه هذا القسم العظيم ، نذكر أن احد العلماء قدر ثمن ما تستمده ارضنا من طاقة الضوء والحرارة من الشمس بنحو أربعمائة مليون جنيه فى الثانية الواحدة ، وبأسعار ما قبل الحرب ، ومع ذلك فليس هذا القدر سوى جزء ضئيل مما يشع منها في جميع الاتجاهات فى الفضاء .

ولعل سكان المناطق القطبية أكثر تقديراً لهذا الفضل ممن يقطنون المناطق المعتدلة أو الاستوائية ، فالنعم أكثر تقديرا حينما تلتمس أو تفتقد ، ولكن العلماء أكثر تقديراً من هؤلاء وهؤلاء ، فهم إلى جانب ما يتذوقونه من لذة المعرفة فى الكشف عن كيفية تولد مثل هذه الكميات الضخمة من الطاقة فى الشمس وفى النجوم ، يرون بعقولهم بديع صنعها ، ويقدرون عظمة خالقها فيستشعرون لذة العبودية له وحده ، ولذلك نرى الله سبحانه وتعالى يقول فى موضع آخر : « إنما يخشى الله من عباده العلماء » ، أى ان العلماء اكثر خشية

له جل شانه من غيرهم ، بمـا اتيح لهم من إدراك عظمته وبالغ قدرته .

وقد اتهم الحاقدون العالم الخالد الذكر « نيوتن » بالإلحاد لأنه كشف لنا عن سر هذا التوازن البديع فى النظام الشمسى ، ودوران السيارات حول الشمس منذ الأزل ، وإلى أن يشاء الله ، ومع ذلك نرى هذا العالم ، الذى قلما يجود الزمان بمثله ، اشد ما يكون إخلاصا لكنيسته وإنجيله ، وأكثر ما يكون تواضعاً في تقدير قيمة كشوفه العلمية ، لأنه أدرك بفطرته السليمة أن ما كشف عنه من اسرار هذا الـكون ، لا يعد شيئا بالقياس إلى ما ظل وسوف يظل خافيا من أسراره ، فمهما اتسعت آفاق المعرفة فلا شك أن هذه الآفاق لا تحد بحدود .

ولقد بينا فيما سبق كيف يستهدي الملاحون بالنجوم ، فى سيرهم ، وكيف اتخذ دوران القمر حول الأرض بالنسبة للشمس ، وما ينشأ عن ذلك من الأهلة وحدة أساسية فى قياس الزمن ، وتعيين المواسم ، وقد كان الحج إلى مكة شريعة عند العرب منذ عهد إبراهيم وإسماعيل عليهما السلام ، وكان العرب يؤمون مكة من كل صوب فى هذا الموسم للعبادة والتجارة ، وغير ذلك من الشئون ، فتعيين هذا الموسم كان من أهم شئون

العرب قبل الإسلام ، ولا يزال له أهمية كبرى عند المسلمين فى كافة بقاع الأرض .

وقد عجز العرب كما عجز معاصروهم من الفرس واليونان ، عن ربط الشهر القمرى بطول السنة الشمسية ، أي معرفة عدد الشهور القمرية التى تقع خلال عدد من السنين الشمسية ، وارتبك التقويم عندهم ارتباكا شديداً ، ولذا نهى الإسلام عن طرق النسىء فى التقويم الهجرى ، والتى كانت متبعة عند العرب لهذا الغرض حتى حجة الوداع ، وأمر المسلمين باتخاذ الشهر القمري وحدة أساسية فى قياس الزمن ، وتحديد موسم الحج .

ولا يتسع المقام هنا لسرد كل ما أسهمت به الأرصاد والدراسات الفلكية في تكوين تراثنا العلمى والفلسفى ، فمن يمعن النظر فى خلق السموات والأرض ، وفى كيفية تكوين النجوم وحركة السيارات ، وفى الغلاف الهوائى الذي يحيط بالأرض ، وما يحتويه من اغطية وقائية تحمى الحياة بشتى أنواعها على سطح الأرض ، يستطيع أن يقدر عظمة خالق هذا الكون ، وبديع صنعه ، ومدى فضله ، علي الإنسان

فيما يسر له من أسباب الحياة والرزق والمعرفة ، وأن يستلهم من هذا الخالق وحده العون والعزاء وحسن الهداية .

من هذا يتضح ارتباط الفلك بدعامتين أساسيتين من مقومات حياة الإنسان علي هذا الكواكب ، وهما : المعرفة غذاء العقل ، والدين غذاء الروح ، وحاجته إليهما لا تقل اهمية عن حاجته إلى الغذاء والكساء .

